S-J

Rebound 1938

HARVARD UNIVERSITY

VE RI TAS

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

7514

Bought

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SAINT-DENIS. — IMPRIMERIE CH. LAMBERT, 17, RUE DE PARIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,

Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

LIBRARY MUS. COMP. ZOÖLOGY, CAMBRIDGE, MASS.

QUINZIÈME ANNÉE

1879

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1879

7514

LIBRARY
MUS. COMP. ZOÖLOGY,
CAMBRIDGE, MASS.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

EMBRYOGÉNIE
DE
L'ASTERISCUS VERRUCULATUS

Par le Dr J. BARROIS

PLANCHES I ET II.

L'embryogénie de l'asteriscus a été étudiée par M. de Lacaze-Duthiers ; ce savant a élucidé les phénomènes externes, et a montré que l'embryogénie se rapportait, chez cette espèce, au type de développement déjà classé par Müller, Buch et Agassiz, et dans lequel la larve n'est plus représentée que par des appendices lobés plus ou moins complexes, et qui sont résorbés plus tard par la jeune astérie.

On connaît aujourd'hui d'une manière bien suffisante les phénomènes de développement interne chez les types à formes larvaires, mais on ne les a encore que rarement étudiés chez les types plus simples, et on connaît fort mal les dégradations qu'ils éprouvent dans la série. Le type auquel appartient l'asteriscus n'a, en particulier, jamais été soumis, que je sache, à une étude sérieuse des phénomènes internes ; il y a donc lieu de le faire connaître, d'autant plus que cette espèce est des plus favorables pour l'étude des stades critiques de la métamorphose toujours si difficile à se procurer chez les types qui possèdent une forme larvaire.

Les principaux phénomènes de l'embryogénie de l'asteriscus sont : 1° la formation régulière d'une gastrula (archigastrula) ;

2° son accroissement en un volumineux sac cilié fermé de toutes parts ; 3° le passage de ce sac à un état trilobé, comme le représente la figure 5; enfin, 4° la formation de la jeune astérie aux dépens du gros lobe, tandis que les deux petits, qui servent à la locomotion, s'atrophient graduellement et finissent par disparaître.

Il arrive qu'au moment où s'effectue ce dernier phénomène, les lobes locomoteurs s'accroissent et se plissent d'une manière diverse, ou donnent même naissance à des lobes secondaires (fig. 8 à 10), qui servent à assurer la fixation : c'est ce qui a fait croire à des modifications plus complexes; tous ces phénomènes sont des plus accessoires, et toute la série du développement externe doit être réduite aux stades précités. Le passage du sac fermé qui suit la gastrula, à la forme trilobée de la figure 5, se fait par un simple allongement (fig. 1), suivi de la naissance d'une expansion latérale (fig. 2); les deux extrémités allongées du sac donnent naissance au gros lobe et au petit lobe antérieur, dirigé en avant pendant la locomotion ; l'expansion latérale forme le plus petit lobe, ou lobe postérieur.

PHÉNOMÈMES INTERNES.

1. *Structure du sac fermé.* — Si l'on fait une coupe à travers le stade qui suit la gastrula (fig. 4), on constate qu'il est formé : 1° à l'extérieur, d'un épais exoderme à cellules cylindriques, qui présentent toujours à leur partie interne l'aspect d'une couche spéciale, résultant de la séparation des éléments de la couche squelettogène, qui s'effectue à ce stade ; 2° de la couche squelettogène, dérivée de l'exoderme, et qui se compose de cellules arrondies et placées dans une étroite cavité générale, 3° d'un endoderme mince, à cellules plates et petites, et étroitement appliqué contre l'exoderme. Enfin, on trouve toujours la cavité de ce dernier occupée par une masse albumineuse sans structure.

2. *Trilobation de l'endoderme : formation de la bouche.* — A l'époque où le stade de sac, fermé de toutes parts, passe graduellement à la forme trilobée, on voit la partie supérieure de l'endoderme se reployer en dedans, de manière à former une espèce de sac interne à cellules cylindriques qui divise le reste

en deux parties latérales. Cette portion invaginée formera l'intestin, les deux autres constituent les sacs péritonéaux : ces derniers entourent le premier d'une manière compléte, et viennent s'accoler l'un à l'autre sur la ligne médiane des côtés antérieur et postérieur : les lignes 3, 4 représentent cette division.

A la même époque naît l'ouverture buccale, sous forme d'une invagination de la couche exodermique, située immédiatement sous le lobe postérieur, et qui vient pénétrer entre les deux sacs péritonéaux, jusqu'à se mettre en relation avec l'intestin. La bouche est au début largement ouverte, elle ne tarde pas à s'oblitérer ; néanmoins, l'intestin ne cesse jamais de conserver à son niveau une adhérence avec l'exoderme, et c'est en ce point que se reforme plus tard la bouche définitive.

3. *Formation du système aquifère.* — Le système aquifère se forme vers le haut de la portion restée indivise de l'exoderme, immédiatement au-dessous et à gauche de la bouche (fig. 5) ; il se trouve formé de cellules endodermiques qui prennent à ce niveau la forme cylindrique ; il présente successivement trois formes distinctes (fig. 5, 6 et 7) avant de devenir visible à l'extérieur : 1° celle d'une saillie en demi-cercle continu, à convexité dirigée vers le haut, et qui présente déjà cinq petits mamelons (fig. 5) ; 2° celle d'une étoile à cinq branches (fig. 6), qui ne tient plus à l'endoderme que par un court pédoncule ; enfin, 3° celle d'un fer à cheval à concavité tournée du côté de la bouche, et entièrement détaché du sac endodermique (fig. 7). C'est après cet état que les cinq divisions commencent à devenir visibles à l'extérieur pour constituer les lobes ambulacraires.

4. *Formation de l'étoile.* — Les différents phénomènes formateurs de l'étoile sont : l'aplatissement du gros lobe de l'embryon, la formation des bras, et l'environnement de la bouche par le système aquifère.

A. *Aplatissement du corps embryonnaire.* — Jusqu'ici, nous avons vu le gros lobe de l'embryon conserver sa forme régulièrement arrondie ; l'aplatissement qui se produit à ce stade se fait constamment d'avant en arrière, de manière à donner naissance à une face supérieure tournée du côté du lobe antérieur, et une

face inférieure répondant au postérieur. L'intestin ainsi que les sacs péritonéaux prennent également part à cet aplatissement.

B. *Formation des bras.* — Les bras naissent sous forme de cinq courts soulèvements bifurqués, formés par une saillie de la couche exodermique, et situés entre les deux faces de la jeune étoile ; le premier occupe le sommet de l'embryon *qui fait maintenant partie du bord de l'étoile* (fig. 8, 9, 10), les quatre autres sont situés deux par deux sur les côtés.

C. *Environnement de la bouche.* — La fermeture complète du système aquifère en un anneau entourant l'ouverture buccale, marche toujours de pair avec la formation des lobes ambulacraires. Ces derniers sont formés par une saillie de la peau, qui se fait au niveau de chacune des cinq branches ; il se forme ainsi une rosette fermée, située vers le bas de la face inférieure, et formée par des lobes composés de deux feuillets (endoderme et exoderme) : ces lobes représentent les futurs ambulacres; l'espace qu'ils circonscrivent correspond à la future face ventrale. Cette dernière est au début extrêmement petite (fig. 8, 14) ; elle est séparée de l'extrémité des bras par un large espace qui correspond à une région latérale très-développée à ce stade, mais qui disparaîtra par accroissement des lobes ambulacraires et par affaissement des bras sur ces derniers. Nous voyons que le corps de la jeune étoile est primitivement formé de trois divisions, et n'acquiert que plus tard son aspect définitif.

La jeune étoile ainsi formée porte souvent en avant (fig. 12) une profonde échancrure *t* ; cela ne répond pas du tout à une torsion, mais correspond simplement à un étranglement général produit par la fermeture du collier du système aquifère; l'on ne doit donc pas ajouter grande importance à ce caractère.

5. *Achèvement de l'étoile.* — La jeune étoile ainsi formée diffère du premier stade de l'étoile mobile par une *asymétrie extrêmement prononcée*, ainsi que par la *division du corps en trois parties*, et par l'état imparfait des lobes ambulacraires.

On voit par les figures 8, 10, 14, que la face supérieure est bien plus développé que la face inférieure, et que la bouche est loin d'occuper le milieu de cette dernière ; la même chose a

lieu pour l'intestin, qui se trouve tout entier d'un côté de l'ouverture buccale : ces deux inconvénients sont corrigés en même temps par un fort accroissement qui s'effectue à cette époque de l'étoile vers le côté antérieur. C'est à l'époque de cet accroissement producteur de la symétrie que s'effectue surtout le grand affaissement des lobes ambulatoires en une masse irrégulière (fig. 10, 14); c'est aussi alors que l'intestin perd sa forme primitive pour s'accroître en une plaque de forme arrondie reliée à la bouche d'une manière directe, en même temps que les sacs péritonéaux changent leur forme renflée d'un seul côté (fig. 10), ainsi que leur division en deux sacs distincts, pour se réunir en un manchon continu extrêmement régulier.

En même temps que se fait cet établissement de la symétrie, on voit les lobes ambulacraires se diviser en cinq branches; cette division ne se fait pas d'une manière simultanée, mais on a dabord trois lobes seulement, puis le lobe impair se trifurque de nouveau, ce qui montre que le nombre des ambulacres est d'abord de trois. En même temps, la saillie des ambulacres augmente, la rosette tout entière devient plus étendue, et les bras s'affaissent pour les recouvrir, de manière à mener à une disparition de la région latérale : les figures 8, 9, montrent les lobes ambulacraires encore simples, la figure 10 les montre trifurqués; dans la figure 11, il y en a de trifurqués (en 1), et d'autres à 5 divisions (en 2).

6. *Structure de la jeune étoile.* — La toute jeune étoile, mobile, mais encore pourvue d'un volumineux appendice irrégulièrement lobé, présente une symétrie tout à fait complète; l'intestin y consiste en un sac plat et arrondi, à parois épaisses et fortement plissées (fig. 14), qui s'ouvre directement sur la face ventrale au niveau de la bouche (fig. 14); il n'y a encore aucune trace d'anus : les ambulacres ont déjà acquis une forme plus grêle, qui permet de distinguer avec plus de facilité le canal circulaire qui entoure la bouche des cinq tiges communes qui portent les ambulacres; les bras sont presque entièrement affaissés sur ces derniers; néanmoins il subsiste encore un reste de la région latérale.

7. *Développement post-embryonnaire.* — Le stade précédent n'a qu'une courte durée; très-peu après, l'intestin arrondi émet cinq cœcums qui se bifurquent à l'extrémité et vont occuper les cinq bras de l'astérie ; en même temps, l'anus se forme, et la jeune astérie se rapproche de son état définitif. Les premières pièces calcaires du squelette de la peau se forment déjà dès le stade à trois lobes ; chez la jeune astérie elles prennent une extension considérable ; les parties essentielles qu'elles constituent sont cinq pièces en forme de V, qui naissent sur le pourtour de l'ouverture buccale, et dont les deux branches s'étendent jusqu'au bout des bras ; elles forment pour ainsi dire la charpente, dans l'intérieur de laquelle se multiplient graduellement les rangées d'ambulacres. Sur la face dorsale, il se forme onze pièces (1 médiane, 5 brachiales et 5 interbrachiales), qui par leur réunion forment ensuite une couche calcaire continue.

Le phénomène essentiel du reste du développement consiste dans l'allongement des bras et dans la multiplication des ambulacres : chaque nouvelle paire naît de l'extrémité de la tige centrale allongée en un ambulacre impair, et par une scission nouvelle qui se produit entre le bout extrême et la dernière paire ; c'est une marche en somme entièrement analogue à celle de la segmentation du corps d'une annelide. Le tableau suivant exprime le nombre de paires trouvées aux différents stades, avec les grandeurs relatives des jeunes étoiles. Chaque fois qu'il se forme ainsi une nouvelle paire, il se produit, aux dépens de la couche squelettogène, une nouvelle barre transverse, appuyée contre les deux tiges des pièces en V, ce qui donne à la face inférieure du bras l'aspect d'une échelle entre les bourgeons de laquelle font saillie les ambulacres.

Jeune étoile de	0,6	millimètres	2	paires d'ambulacres.	
—	1,2	—	3	—	—
—	1,7	—	4	—	—
—	2,2	—	5	—	—
—					
—					
—	2,5	—	9	—	—

Ainsi, nous pouvons dire, en partant de l'embryon, que le nombre d'ambulacres est au début de trois, mais que ce nombre s'accroît ensuite de plus en plus, par intercalation de nouvelles paires, entre la dernière formée et l'ambulacre impair. Chez la jeune astérie, le nombre d'ambulacres excède déjà de deux le nombre initial; mais chez de très-jeunes oursins que j'ai pu observer, j'ai trouvé que ce nombre était seulement de trois, ce qui indiquerait un état inférieur; à cet état, les rangées d'ambulacres du jeune oursin ne s'étendaient pas, comme chez l'adulte, sur la face d'orsale, mais étaient limités sur la face ventrale, ce qui ramène l'oursin au type de l'astérie.

CONCLUSIONS.

1° L'embryogénie de l'asteriscus présente des phénomènes internes tout aussi complexes que ceux des types à formes larvaires; il y a cependant une différence essentielle : chez les seconds, l'endoderme se transforme tout entier en intestin, et sur ce dernier bourgeonne une petite vésicule qui donnera naissance à tous les autres organes (sacs péritonéaux, et système aquifère); chez l'asteriscus, nous avons au contraire accroissement de l'endoderme en un sac spacieux, d'où se différencient d'une manière directe tous les différents systèmes d'organes (intestin, sacs péritonéaux, système aquifère).

2° L'étude du passage à la jeune étoile peut se faire ici avec facilité, et nous montre en particulier le fait intéressant de la division initiale du corps en trois parties (dorsale, ventrale, latérale), ainsi que de l'asymétrie qui existe à la même époque.

3° Enfin nous voyons que la multiplication des paires d'ambulacres se fait suivant les mêmes lois que la division en zonites chez les annélides; de plus, la comparaison avec les jeunes oursins, nous montre que ces derniers peuvent se ramener, pendant l'état jeune, à un type qui diffère peu de celui de l'astérie.

EXPLICATION DES PLANCHES LVI ET LVII.

EXPLICATION DES LETTRES

se Portion commune de l'endoderme.
ms Couche squelettogène.
end Endoderme.
ex Exoderme.
sp Sacs péritonéaux.
sa Système aquifère.
la Lobes ambulacraires.
i Intestin.
b Bouche.
e Extrémité des bras rudimentaires de la jeune astérie.
t (fig. 11) Echancrure antérieure de la jeune étoile.

1. — Gastrula, après la fermeture, à l'époque où elle a pris une forme allongée.
2. — Même stade à l'époque de la naissance de l'expansion latérale *l* qui doit former le petit lobe.
3. — Stade un peu plus avancé vu de derrière, pour montrer la division de l'endoderme en intestin *i* et sacs péritonéaux *sp*.
4. — Portion supérieure du même stade plus grossie et montrant les caractères histologiques : *al* substance centrale qui remplit l'endoderme.
5. — Stade trilobé après la division de l'endoderme en sacs péritonéaux et en intestin (voy. fig. 9); ce dernier est déjà en relation avec l'extérieur par une ouverture buccale de formation nouvelle ; le système aquifère vient de naître sous forme d'un soulèvement de la portion commune *se* de l'endoderme.
6. — Le système aquifère a pris la forme d'une étoile à cinq branches.
7. — L'étoile à cinq branches s'est détachée de la portion commune de l'endoderme, et commence à s'incurver vers le haut pour entourer la bouche.
8. — Le système aquifère a entouré la bouche, ses cinq divisions commencent à faire saillie à l'extérieur pour former les lobes ambulacraires. Toute la grande division du corps de la larve s'aplatit d'avant en arrière pour donner naissance à la jeune astérie.
9. — Apparition de l'extrémité des bras *e*, *e* sur tout le pourtour du corps.
10. — La rosette ambulacraire s'est accrue, et le point d'union de la larve à l'astérie commence à s'amincir.
11. — Même stade vu de dessous pour montrer la forme encore asymétrique de la jeune étoile et la segmentation des lobes ambulacraires.
12. — Même stade vu de dessus : en *t*, se voit l'échancrure qui coïncide avec le point de fermeture du système aquifère.
13. — Coupe longitudinale du stade, fig. 4.
14. — Coupe longitudinale de l'astérie très-jeune, au stade qui suit celui de la fig. 10, et avant l'affaissement complet des bras sur les lobes ambulacraires.

ÉVOLUTION ET STRUCTURE

DES

NOYAUX DES ÉLÉMENTS DU SANG

CHEZ LE TRITON

(T. cristatus et *alpestris)*

Par G. POUCHET

(PLANCHE III.)

Depuis quelque temps un grand nombre de travaux ont été publiés sur la structure intime des noyaux des cellules. Nous ne pouvons les signaler tous ici; on les trouvera d'ailleurs énumérés et analysés dans le *Jahresbericht* de Hofmann et Schwalbe (années 1876 et 1877). M. Stricker, entre autres, a publié dans le courant de l'année dernière une étude sur ce sujet. (*Beobachtungen uber die Entstehung des Zellkernes*, in *Sitz. Akad. d. Wiss.* Vienne, juin 1877.) Bien que les idées qui y sont émises paraissent soulever les plus graves objections, comme les observations de l'histologiste viennois portent sur les éléments du sang du Triton, nous saisissons cette occasion de faire connaître, de notre côté, les résultats auxquels nous ont conduit des études poursuivies depuis quelque temps déjà sur les mêmes éléments. Il est fâcheux que M. Stricker, dont le travail n'est d'ailleurs qu'un exposé de conclusions, n'ait pas donné les dimensions exactes des éléments dont il parle; à côté des leucocytes uninucléés et polynucléés, il parait avoir observé également les jeunes hématies incolores, mais bien reconnaissables, malgré leur volume moindre, à leur forme ovoïde régulière (1).

(1) Ces éléments sont les *hématoblastes* de Hayem; M. Stricker en attribue la découverte à Recklinghausen. Ce sont ces éléments dont M. Vulpian paraît avoir le premier signalé la grande abondance chez les Batraciens dont le sang est en régénération (Voy. *Comptes rendus*, 4 juin 1877).

La méthode de M. Stricker consiste simplement dans l'examen direct des éléments extraits des vaisseaux et placés avec leur sérum entre deux lames de verre. Cette méthode, par elle-même, peut déjà soulever certaines objections. Il convient de toujours tenir grand compte de la rapidité extraordinaire avec laquelle sont influencés les éléments du sang dès qu'ils ne circulent plus dans les conditions normales, et à plus forte raison quand ils sont extraits des vaisseaux et immobilisés, fût-ce avec leur sérum.

On peut avoir une idée de cette *labilité* des leucocytes en particulier, quand on observe la circulation dans le poumon d'un Triton, après avoir convenablement attiré l'organe au dehors du corps de l'animal. Le plus souvent, on ne tarde pas à voir les leucocytes, qui à l'état normal circulent toujours individuellement, se réunir, s'agglutiner par groupes de deux ou trois, et parcourir ainsi le réseau capillaire, ou rester adhérents aux parois des vaisseaux : double preuve qu'un changement notable est déjà survenu dans ces éléments (bien qu'ils continuent d'être baignés par le sérum et que celui-ci continue de circuler) par le seul fait des conditions nouvelles où se trouve le poumon exposé à l'air.

Ce sont ces conditions nouvelles qui favorisent (si elles ne les provoquent pas) les mouvements amiboïdes que les leucocytes et les jeunes hématies ne présentent jamais tant qu'ils restent suspendus et plus ou moins ballottés dans le sérum sous l'impulsion du cœur. Les leucocytes observés dans les conditions que nous indiquons, et qu'on peut appeler normales, *sont toujours sphériques* ; les jeunes hématies incolores sont toujours fusiformes, tandis que la configuration de ces éléments, des seconds aussi bien que des premiers, se modifie très-rapidement aussitôt qu'ils sont hors des vaisseaux (1).

En observant les leucocytes et les hématies par son procédé, M. Stricker arrive à cette conclusion, qui paraît être le résultat général de ses recherches : que les noyaux, dans ces éléments,

(1) Il convient d'ajouter sans doute : ou bien aussitôt qu'ils sont fixés aux parois de ceux-ci.

ne sont pas des formes permanentes : dans les leucocytes finement granuleux en particulier (1), le noyau disparaîtrait et reparaîtrait, se reformant parfois dans le corps cellulaire à une autre place que celle qu'il occupait précédemment.

Si nous comprenons bien la théorie de M. Stricker, le noyau dans ces éléments ne serait pas autre chose qu'une portion du corps cellulaire se modifiant momentanément, en même temps qu'elle s'enveloppe d'une sorte de membrane à travers laquelle, par déhiscence ou autrement, le corps cellulaire reste en continuité de substance avec le noyau, membrane sous laquelle le corps cellulaire, s'il est peu considérable, peut pénétrer tout entier et s'unir à la substance déjà distincte comme substance nucléaire (il y aurait, en ce sens, des noyaux nus); de même que, par des influences inverses, la substance du noyau pourra de nouveau faire hernie sous forme de substance cellulaire à travers la membrane nucléaire et envelopper de nouveau celle-ci.

M. Stricker croit pouvoir appuyer sa doctrine sur l'observation directe des éléments à l'état vivant; il remarque qu'on voit parfois disparaître sous ses yeux les limites du noyau dont la substance se montre par suite en continuité avec celle du corps cellulaire. Cette disparition serait surtout marquée dans les grands leucocytes finement granuleux qu'il observe au printemps sur les batraciens des environs de Vienne. Il est regrettable que ces éléments estivaux ne soient pas désignés d'une façon plus précise par leurs caractères morphologiques. D'après cette désignation de « finement granuleux (2) », nous supposons que les éléments dont il est ici question, doivent

(1) « Kurz es wird ganz deutlich, die Kerne sind keine constanten Gebilde, sie entstehen und schwinden und bilden sich wieder in dem Zellleiber aus Bestandtheilen des Zellleibes » (p. 11 du tirage à part).

(2) Au contraire, les leucocytes moins nombreux à grosses granulations (grob granulirt) doivent être les leucocytes sur lesquels A. Smidt et Semmer ont appelé l'attention, et que nous avons proposé de désigner par le nom de ce dernier. Leurs grosses granulations de *substance hémoglobique* paraissent avoir été quelquefois prises pour des vacuoles, en raison du peu de différence existant à l'état vivant entre la réfrangibilité du corps cellulaire, celle du noyau et celle de la substance hémoglobique (voy. la note suivante). En effet, quand on observe ces éléments dans des conditions favo-

être les leucocytes arrivés à ce qu'on peut appeler *leur état adulte*, avec des noyaux multiples disposés dans le corps cellulaire en groupe compacte et souvent en couronne. Or, quand par des procédés convenables on étudie ces éléments, soit après les avoir fixés en état de contraction dans le sang sortant des vaisseaux, soit après les avoir fixés en état d'expansion dans le sang recueilli depuis quelques moments sur une lame de verre, les noyaux se présentent toujours avec un volume qui est sensiblement le même pour tous les éléments ; de plus, leur substance conserve toujours des caractères physico-chimiques qui la distinguent nettement du corps cellulaire ambiant par des limites bien accusées et sans passage de l'une à l'autre : autant de raisons qui conduisent directement à rejeter l'hypothèse de M. Stricker.

On pourra comprendre qu'elle ait été formulée, en se rappelant qu'à l'état viant, la substance nucléaire se distingue à peine du corps cellulaire des éléments du sang. Ceci est vrai, même des hématies. Il suffit d'observer le sang en circulation, soit chez les batraciens, soit chez les poissons, pour se convaincre que le noyau des hématies elles-mêmes est à peine visible dans la substance hémoglobique qui l'enveloppe (1). De même pour les leucocytes : leur substance nucléaire ne se limite nettement que quand elle forme une surface plus ou moins sphérique, tangente à la ligne de regard ; autrement, si la substance nucléaire s'amincit dans le champ du microscope, elle tend à devenir indistincte.

rables à leur expansion sarcodique, le corps de l'élément semble rempli de vésicules entraînées par ses propres mouvements; le noyau lui-même n'est souvent visible que par l'écart que laissent entre elles ces « vacuoles » déplacées autour de lui.

(1) Nous désignons par ce nom la substance totale du corps de l'hématie, indépendamment des variétés de composition immédiate qu'elle paraît offrir parfois d'une hématie à l'autre, et qu'elle offre à coup sûr dans l'hématie d'une époque à l'autre de son développement. Dans l'impossibilité de fixer les différences d'une manière positive, nous avons adopté un terme commun qui s'applique à toutes ces variétés. Les seules différences sensibles, et dont nous pouvions tenir compte dans l'étude morphologique des hématies, étaient leur coloration et leur réfrangibilité. Ces deux propriétés augmentent et diminuent simultanément; elles paraissent se rapporter directement à la proportion plus ou moins grande d'hémoglobine entrant dans la composition immédiate de l'élément, mais probablement sans que la capacité respiratoire de celui-ci augmente et diminue dans la même mesure. Celle-là dépendrait en ce cas d'un certain état d'équilibre des principes immédiats composant l'hématie.

Mais la question demeure de savoir si ces apparences, dont la réalité n'est pas d'ailleurs en discussion, suffisent à faire admettre l'hypothèse de M. Stricker? Évidemment non, dès que des procédés de fixation *instantanée* permettent de démontrer l'existence constante d'un noyau au moins (sauf les cas d'avortement, comme dans toute espèce cellulaire), et la netteté constante de ses contours au sein du corps cellulaire, sans *transition* ni passage aucun des propriétés physico-chimiques de l'un à celles de l'autre.

Ici se présente la question des déformations des noyaux, très-accusées dans beaucoup de circonstances, spécialement sur les leucocytes extraits des vaisseaux, mais qui se retrouvent tout aussi manifestes sur les noyaux d'un certain nombre d'éléments anatomiques, entre autres des cellules fibroplastiques jeunes, telles qu'on peut les observer, et que nous les avons figurées ailleurs (1) dans les parties les plus minces de la queue des têtards.

Mais on peut prouver également que, même alors qu'il prend les configurations les plus découpées, le noyau demeure toujours, dans tous les points de sa phériphérie, nettement distinct du corps cellulaire par ses propriétés. Il suffit pour cela de recourir à l'emploi de la solution saturée d'acide osmique, d'après la méthode précédemment indiquée par nous (Voyez ce *Journal*, 1876, p. 525).

C'est précisément en faisant agir l'acide osmique saturé sur diverses substances sarcodiques (leucocytes, myxomycètes, etc.) qu'on peut démontrer qu'il fixe *en situation* et en forme ces substances, auxquelles il laisse de plus leur *transparence vitreuse* caractéristique. Par ce procédé, la substance contractile, *sarcode* de Dujardin, véritable *protoplasma* de H. v. Mohl, est instantanément immobilisée dans le champ du microscope, avec la forme même qu'on lui voit vivante à l'instant du contact du réactif, soit qu'elle présente des prolongements arrondis et montueux, soit qu'elle s'étende au loin en minces filaments.

(1) Voy. Pouchet et Tourneux: *Précis d'histologie humaine et d'histogénie*, 2e édit. p. 105.

Cette instantanéité d'action sur des corps cellulaires libres, dont le contour est visible jusque dans ses plus fins détails, s'étend évidemment à tout leur intérieur en raison de leur petit volume. S'il n'en était point ainsi, on verrait sans aucun doute des mouvements se produire qui réagiraient sur les parties déjà saisies, et déformeraient l'ensemble : or, on ne constate rien de semblable. L'action instantanée de l'acide osmique saturé sur des masses plus considérable de substance amiboïde, ne permet pas de douter que cette action doive être considérée comme absolument instantanée dans toute l'épaisseur d'un leucocyte ou d'une hématie, même de Batraciens. Et nous admettons (c'est la seule hypothèse nécessaire dans l'exposé que nous présentons ici) que le noyau, aussi bien que le corps cellulaire autour de lui, est fixé *en état*.

Après la réaction que nous indiquons, et à laquelle nous supposerons toujours, dans toutes nos descriptions, les éléments du sang soumis au sortir des vaisseaux, le noyau n'est pas beaucoup plus visible au sein du corps cellulaire qu'il ne l'était pendant la vie. Mais ses caractères chimiques vont nous permettre de le délimiter avec une précision absolue ; sa substance offre, au plus haut point, l'affinité élective pour le carmin, qu'on peut d'autant mieux regarder comme un caractère général de la substance des noyaux, qu'on la voit diminuer et même disparaître à mesure que ceux-ci entrent en régression.

A ce caractère très-net vient s'en joindre un autre, qui ne nous sera pas moins précieux. Sur les éléments du sang fixés comme nous venons de le dire, laissés vingt-quatre ou quarante-huit heures au contact soit de l'eau distillée, soit d'une solution faible de picro-carminate, le noyau se gonfle sans que sa forme s'altère sensiblement (1). Si le corps cellulaire ne jouit pas de la même propriété, comme cela est le cas pour les hématies adultes, il se déforme par suite du changement de volume du noyau, il se déchire, etc. Dans les mêmes circonstances, le corps cellulaire des leucocytes paraît tendre à

(1) Nous n'avons pas toutefois étudié dans tous ses détails cette action, qui se produit d'ailleurs toujours dans les conditions indiquées.

se dissocier en laissant libres les noyaux qu'il contenait. On verra plus loin quel parti on peut tirer de la réaction que nous indiquons.

Ces diverses particularités nous ont permis une étude plus précise, croyons nous, qu'on n'avait pu le faire jusqu'à ce jour, des caractères morphologiques des noyaux des éléments figurés du sang. Nous ne nous occuperons ici que du sang du Triton, et on verra que les conclusions auxquelles nous avons été conduit diffèrent essentiellement de celles auxquelles M. Stricker croit être arrivé.

Mais une remarque importante doit être faite tout d'abord : c'est que les éléments du sang du Triton peuvent varier notablement d'un individu à l'autre, même alors que les animaux sont placés, et depuis plusieurs mois, dans des conditions identiques en apparence. Il est donc toujours nécessaire d'observer comparativement un certain nombre d'individus, aussi bien qu'il est avantageux, dans les recherches de ce genre, de s'en tenir à l'étude d'une seule et même espèce. Ces sortes de monographies, selon nous, sont toujours plus instructives et plus profitables à l'avénement des connaissances positives que des observations moins patientes réparties sur un grand nombre d'objets, ces objets fussent-il aussi voisins par leur nature que les hématies des diverses espèces de Batraciens. En nous bornant à l'étude du sang d'un grand nombre de Tritons, nous avons pu constater déjà que, sur des animaux qui semblaient vivre de la même vie, tels éléments normaux ou anormaux peuvent se montrer en plus ou moins grande abondance relative (nous ne parlons pas de l'abondance absolue, qui varie aussi considérablement). Tel stade de développement des hématies sera plus reconnaissable chez un individu ; telle particularité se verra mieux chez celui-ci, tel détail chez celui-là; ici les nucléoles des leucocytes seront particulièrement bien visibles, et là le « réticulum » du noyau des hématies. Nous ne voulons que signaler ces variétés dans l'état statique des éléments du sang ; elles se montrent après que ceux-ci ont été soumis au traitement uniforme pour l'acide

osmique : elles correspondent à d'autres qui n'étaient pas moins accusées dans le sang vivant. On pourra voir, par exemple, qu'en laissant le sang abandonné sur la lame de verre dans une chambre humide pendant quelques minutes, les déformations qu'offrent les éléments de même sorte, seront très-différentes selon l'individu observé : nous aurons à revenir sur ce point.

Ces variétés dans l'état statique et dynamique des éléments du sang, que viennent encore exagérer les réactifs (surtout alors que ceux-ci n'ont pas été rigoureusement dosés), expliquent la remarquable incohérence des descriptions des anatomistes, dont chacun énumère à sa façon les variétés d'hématies et de leucocytes qu'il a observées dans le sang. C'est au point que si l'on tente de superposer toute ces descriptions de manière à grouper celles qui se rapportent aux mêmes objets, on éprouve un embarras qu'on ne retrouve pour aucun tissu de l'économie (1).

Nous croyons obvier à une partie des inconvénients qui se présentent ici, en adoptant pour le sang un réactif invariable, l'acide osmique saturé, et en choisissant pour objet de nos recherches une seule espèce animale. Cette voie nous a paru la meilleure pour arriver à démêler les formes normales au milieu des formes accidentelles, très nombreuses dans le sang comme dans toute population cellulaire, plus nombreuses là peut-être que partout ailleurs, en raison du déplacement constant des éléments (2), et auxquelles on a porté, en tout cas, une

(1) Sans remonter plus loin dans le passé, il suffit de comparer deux travaux sur les éléments du sang des Batraciens, parus dans le cours de l'année 1877, celui de M. Stricker signalé en tête de ce travail, et celui de E. Fuchs, *Beitragzur Kenntniss des Froschblutes und der Froschlymph* (*Wirchow's Arch.* 1877. T. LXXI). On remarquera que ni l'un ni l'autre ne donnent les dimensions des variétés de leucocytes qu'ils décrivent, et on peut se demander en particulier quel élément le second de ces auteurs entend désigner sous le nom de *Protoplasma-Klumpen*, plus petits que les leucocytes et manquant de noyau. Il semble qu'il faille y voir au contraire les éléments que nous décrivons plus loin comme *noyaux*, d'après des caractères certains et qui sont plus ou moins dépourvus de corps cellulaire.

(2) Voici comment on peut comprendre cette influence du déplacement : étant admis que le lieu a une influence qui se traduit par des variétés sensibles dans l'espèce anatomique, si l'élément ne change point de place, la variété restera localisée sur un point déterminé du corps : on la retrouvera toujours, et elle sera vite reconnue. Le sang est dans des conditions toutes différentes ; il arrive que, parfois, un nombre

attention d'autant plus grande que la structure véritable et l'évolution normale de ces éléments nous étaient moins connues.

Nous nous sommes proposé dans le présent travail de suivre simplement l'évolution des noyaux des éléments du sang, dans le but d'en éclairer la structure, et nous admettrons, comme nous croyons l'avoir démontré ailleurs (1), que les leucocytes et les hématies des vertébrés ovipares procèdent d'un seul et même élément anatomique, que nous désignerons sous le nom de *noyau d'origine*, sans nous occuper ici spécialement des éléments dont lui même dérive. Ce noyau d'origine (fig. 1) est de petite dimension, sphérique, nucléolé, environné d'un corps cellulaire à peine distinct ou même indistinct, et dont l'existence constante n'est peut-être pas bien démontrée.

Nous ajouterons que, si les leucocytes et les hématies paraissent dériver d'un même élément initial, nous ne savons rien des conditions qui font de très-bonne heure dévier cet élément initial vers la forme leucocyte ou vers la forme hématie.

NOYAUX D'ORIGINE

Chez le Triton, ces noyaux d'origine mesurent de 10 à 12 μ environ (2), ils ont les caractères que nous venons d'indiquer.

Leur corps cellulaire est indistinct, au moins quand ils sont fixés à l'état sphérique, c'est-à-dire tels qu'ils se présentent toujours dans le sang en circulation. Ce doivent être les « noyaux nus » de M. Stricker et d'autres auteurs. On peut les regarder

plus ou moins grand de ses éléments restent localisés temporairement en des points déterminés du système vasculaire où on conçoit qu'ils puissent prendre des caractères spéciaux : dès lors, s'ils rentrent ensuite dans le courant sanguin, ils y apporteront autant de variétés individuelles mêlées aux autres éléments, et qui fixeront d'autant plus l'attention que les causes qui les auront produites nous demeureront inconnues.

(1) *Note sur l'évolution des éléments du sang des ovipares. Soc. de Biologie*, 8 juin 1878.

(2) Le grossissement de tous les éléments figurés dans la planche que nous donnons, est uniformement de 1000 diamètres, ce qui nous dispensera de donner pour chaque élément des mesures, qui pourront toujours être comptées en millimètres sur nos figures.

comme provenant, au moins pour une partie d'entre eux, d'une dissociation des leucocytes polynucléés (gros leucocytes finement granuleux de M. Stricker ?) dont il sera parlé plus loin : le corps cellulaire de ceux-ci, en se détruisant à un moment donné, laisserait ses noyaux devenus libres recommencer le cycle d'une évolution nouvelle. On remarquera, en effet, qu'on ne découvre jamais sur ces gros leucocytes aucun signe de dégénération régressive ; d'autre part, on ne saurait guère admettre qu'ils passent par diapédèse dans les tissus, où leurs dimensions et leurs *noyaux multiples* les laisseraient aisément retrouver et où, à notre connaissance du moins, on ne les a pas encore signalés avec ce caractère. On est donc conduit à croire que ces éléments disparaissent à un moment donné de leur existence, par dissociation rapide de leur corps cellulaire, laissant en liberté leurs noyaux, qui deviendraient par cela même l'élément que nous désignons sous le nom de noyaux d'origine. — Il n'est pas impossible, d'autre part, que ces noyaux d'origine naissent aussi en partie par épigenèse, sur des points déterminés des cavités où circule et séjourne la lymphe.

Les noyaux d'origine sont parfois très-abondants. Nous avons constaté leur présence en grand nombre sur des Tritons mal nourris pendant plusieurs mois (*T. cristatus* et *T. alpestris*), et même sur des individus de la première de ces deux espèces, dératés depuis six mois, opération qui à la longue, mais peut-être indirectement, provoque chez les Batraciens et les Poissons téleostéens une augmentation proportionnelle considérable des leucocytes du sang (1).

Sur le sang en circulation ou fixé au sortir même des vaisseaux, les noyaux, toujours sphériques de forme, peuvent être parfaitement homogènes avec un nucléole unique bien distinct, à peu près concentrique (*Nous désignons exclusivement par le nom de* nucléole *le point ou les points offrant, au sein de la subs-*

(1) Des expériences poursuivies un temps suffisant sur les animaux de ces deux groupes ne nous laissent aucun doute à cet égard. Le résultat contraire, que nous avions précédemment indiqué (*Soc. de Biologie*, 8 juin, 1878) après Mossler et d'autres nombreux observateurs, tenait vraisemblablement au trop peu de temps écoulé entre l'ablation de la rate et l'examen du sang.

tance nucléaire, une affinité élective plus grande que celle-ci pour le carmin.) La substance nucléaire est absolument dépourvue de granulations. Elle est à cette époque toujours hyaline, sans apparence de « réticulum. » Sur les plus petits noyaux, le nucléole n'est pas toujours visible; il semble le résultat d'une évolution qui, dans certains cas, serait postérieure à l'époque où l'élément devient libre. Ce point est important à noter.

L'existence d'une membrane enveloppant le noyau d'origine paraît probable; toutefois, nous n'avons pu démontrer objectivement la présence d'une telle enveloppe que sur les gros leucocytes polynucléés dont il sera question plus loin.

Ce noyau d'origine va croître; en même temps l'existence d'un corps cellulaire autour de lui deviendra manifeste. Le noyau lui-même prendra des caractères morphologiques nouveaux, mais qui différeront selon que l'élément va continuer de se développer en leucocyte, ou bien qu'il va éprouver une sorte d'*avortement normal* pour devenir hématie. En tous cas, dans l'une ou l'autre alternative, la phase originelle ne diffère pas essentiellement : elle consiste dans l'apparition, à la surface du noyau, de sillons plus ou moins profonds, en même temps que le nucléole unique fait place à des nucléoles plus petits, épars, et dont la disposition ne paraît pas nettement corrélative de celle des sillons.

Cette tendance à se fractionner de manière à donner plusieurs segments, mais qui demeureront reliés les uns aux autres, est la clef de l'apparence « réticulaire » que nous présentera le noyau des hématies. D'ailleurs cette tendance se révèle déjà d'une manière très-manifeste sur le sang vivant, dans des cas particuliers dont il sera question plus loin, où la membrane nucléaire est peut-être rompue.

NOYAU DES LEUCOCYTES

Nous nous occuperons d'abord des transformations des noyaux d'origine, au cours de l'évolution qui les conduit à l'état de leucocytes normaux. De très-bonne heure, ils paraissent offrir

déjà, suivant l'individu dont on observe le sang, d'assez grandes variétés. Le noyau, tout en grossissant, reste concentrique au corps cellulaire dont il est enveloppé. Cette règle ne souffre pas d'exception, et nous avons montré ailleurs (Soc. de Biologie 8 juin 1878) que, sur les leucocytes à grosses granulations de substance hémoglobique ou « leucocytes de Semmer, » le noyau est toujours tangent à la surface du corps cellulaire (1).

Ces noyaux présentent à leur surface des incisures qui deviennent surtout apparentes sur ceux qui ont été gonflés par l'eau après traitement par l'acide osmique, comme nous l'avons indiqué. Ces incisures sont plus ou moins régulières, en général peu profondes dans le sang en circulation et instantanément fixé (fig. 11). Enfin le nucléole unique a fait place à des nucléoles multiples, sans que ceux-ci paraissent affecter une disposition nécessairement en rapport avec celle des lobes séparés par les sillons.

Nous avons dit que cette tendance à la segmentation en masses distinctes, quoique demeurant unies les unes aux autres, pouvait dans certains cas se montrer d'une manière très-accusée sur le sang vivant. Le sang d'un Triton avait été abandonné pendant quelques minutes à lui-même, afin de permettre aux éléments sarcodiques de diffluer, puis il avait été instantanément fixé par l'acide osmique. Les leucocytes, parvenus au stade qui nous occupe, présentèrent des déformations considérables. La figure 11 *bis* montre quelques-uns des aspects qu'ils offraient. Le noyau, originairement sphérique, comme il l'est toujours dans le sang circulant, était transformé en un agrégat de masses arrondies, hyalines, dans lesquelles, d'ailleurs, on ne distingue pas de nucléole. Autour de ces masses, se voient des expansions extrêmement ténues et qui doivent pro-

(1) Nous le retrouvons occupant la même situation dans un élément unique sur nos très-nombreuses préparations de sang de Triton, où les globes de substance hémoglobique font place à des globes (graisseux?) devenus noirs sous l'influence de l'acide osmique. — Il est beaucoup moins rare de voir en circulation des leucocytes chargés de pigment mélanique ; mais leur présence constitue encore une variété toujours individuelle : ils sont abondants sur certains Tritons, et très-rares sur d'autres.

bablement être rapportées au corps cellulaire, devenu visible en s'étalant sur la lame de verre. Dans certains cas, on distingue, entre ces masses de substance nucléaire, une sorte de gros corpuscule un peu granuleux, à bords mal limités, peu réfringent, ne se colorant pas par le carmin, et dont la signification reste incertaine pour nous. On peut se demander s'il ne faut pas y voir le résidu d'une enveloppe nucléaire déchirée, recoquillée sur elle-même : on aurait alors l'explication de cette dislocation plus complète du corps nucléaire observée dans le cas dont nous parlons, et qui ne parait pas d'ailleurs habituelle.

Revenons à ce qui semble être la marche ordinaire de l'évolution des éléments qui nous occupent. On voit, en même temps que le noyau s'enveloppe d'un corps cellulaire de plus en plus abondant, les sillons qui se produisent à sa surface, affecter une disposition régulière (fig. 12 et 12 *bis*). Tandis qu'un des hémisphères du noyau n'est pas modifié, l'hémisphère opposé se creuse de deux sillons perpendiculaires l'un à l'autre comparables à des sillons de segmentation, qui tendent à diviser le noyau en quatre quartiers. Ils se présentent chez certains individus avec une remarquable régularité. Dans chaque quartier, on peut découvrir un nucléole(1). Toutefois la segmentation en quatre ne parait pas ici être le terme du phénomène, contrairement à *ce qu'on observe d'une manière très-générale dans les leucocytes des mammifères.* Le résultat final du processus évolutif semble au contraire être constamment, chez le Triton, un amas nucléaire central, « noyau en boudin » de Ranvier (2) et de Hayem (3).

En laissant opérer l'eau dans les conditions que nous avons

(1) Les leucocytes arrivés à ce point de leur évolution avortent parfois en grand nombre chez le même animal. Alors les noyaux cessent de fixer le carmin, et leurs réactions (après fixation par l'acide osmique saturé) ne se distinguent plus de celles du corps cellulaire, devenu lui-même moins granuleux, plus hyalin, plus réfrangible : le corps cellulaire et le noyau prennent dans le picro-carminate une coloration spéciale légèrement verdâtre, et qui leur est commune.

(2) *Recherches sur les éléments du sang*, in *Arch. de Physiologie*, 1875.

(3) Voy. *Revue internationale des sciences*, mars 1878, et *Recherches sur l'anatomie normale et pathologique du sang*. Paris, 1878, p. 128.

indiquées, on peut observer aisément cet amas nucléaire isolé du corps de la cellule. Il se présente alors sous les aspects représentés fig. 14 (1). Les petits noyaux, plus ou moins irréguliers, larges de 5 μ en moyenne, hyalins, munis ou non d'un nucléole apparent, sont le plus souvent disposés en couronne. Dans les cas où la dissociation par l'eau est plus avancée encore, on peut voir ces noyaux écartés les uns des autres rester cependant attachés par une gaîne commune s'étranglant entre eux. Cette gaîne, solide, résistante, hyaline, d'ailleurs extrêmement mince, ne se colore pas sensiblement par le carmin ; elle n'est pas granuleuse comme le corps cellulaire.

L'existence d'une enveloppe commune sur les noyaux des leucocytes arrivés au point de leur évolution qui nous occupe, semble indiquer que cette gaîne doit également exister, comme nous l'avons dit, sur les noyaux plus jeunes. Il est certain, d'autre part, qu'il n'y a aucune enveloppe du même genre autour du corps cellulaire, dont l'expansion est libre, et qui peut, par suite, émettre des prolongements filiformes, tandis que les mouvements des noyaux restent toujours limités à des déformations gibbeuses, tout à fait en rapport avec l'existence d'une membrane s'opposant à une grande extension. On a vu plus haut que cette membrane paraissait quelquefois s'être rompue.

Quand on laisse les leucocytes polynucléés dont nous parlons s'étendre et se déformer sur la bande de verre, on voit la masse nucléaire se diviser, et deux ou trois noyaux entraînés vers une extrémité de l'élément se séparer entièrement des autres. On doit se demander si ce phénomène n'a pas laissé croire parfois aux observateurs qu'ils assistaient à une véritable segmentation des leucocytes, alors qu'ils auraient eu simplement sous les yeux un partage mécanique de parties déjà individualisées par une segmentation antérieure. On ne perdra pas de vue que jamais en aucun cas dans le sang circulant, les

(1) Nos observations concordent sur ce point avec celles de Bütschli (*Studien uber die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, u. s. w.* Francfort, 1876 (p. 45), qui compte jusqu'à sept noyaux dans les leucocytes du Triton.

leucocytes n'offrent d'autres formes que la forme sphérique avec amas nucléaire central. La scissiparie des leucocytes, telle que l'on décrite certains auteurs, suppose donc à la fois : 1° l'unité du noyau, 2° l'arrêt de l'élément. De plus, si la segmentation s'accomplit avec une rapidité notable sur le vitellus, nous manquons en réalité de renseignements positifs sur le partage des noyaux des éléments anatomiques, qui semble demander un temps beaucoup plus long. Il est d'ailleurs bien clair que la division en deux d'une *masse nucléaire* formée déjà de parties distinctes, ne saurait être mise en parallèle rigoureux avec une segmentation proprement dite, ou, en d'autres termes, avec le partage d'une masse unique en deux individualités. Il faut sans doute admettre qu'après que la segmentation a transformé le noyau d'origine en amas nucléaire, les parties de celui-ci, complétement individualisées, n'attendent plus que les circonstances occasionnelles propres à les séparer.

NOYAU DES HÉMATIES

Tandis que les amas nucléaires des leucocytes ne nous montrent aucune trace de sénilité et semblent appelés, en se désagrégeant après la destruction du corps cellulaire, à reproduire des noyaux d'origine qui pourront redevenir d'autres leucocytes, les hématies suivent une évolution différente : ce sont, contrairement aux leucocytes, des formes définitives, ultimes, terminales. L'hématie tend à redevenir et redevient en réalité partie constituante du serum, où elle se dissout finalement. Ceci ne doit jamais être perdu de vue dans l'étude de l'évolution des hématies. Ces ainsi qu'on voit leur noyau présenter de moins en moins les caractères habituels de la substance nucléaire, et cela au point que la réaction du pricro-carminate va pouvoir nous servir à mesurer, par une sorte de procédé colorimétrique, l'âge relatif des noyaux d'un même sang.

Les hématies des Batraciens dérivent, comme les leucocytes,

des noyaux d'origine, sans que nous connaissions, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, les causes qui jettent l'élément dans cette direction spéciale. Il ne saurait être question ici d'hérédité directe comme dans le cas des leucocytes, l'hématie étant une forme élémentaire finale. Nous contestons donc absolument les prétendues observations des hématies en segmentation relevées par certains anatomistes. On peut rencontrer, quoique assez rarement, chez les Oiseaux, les Reptiles, les Batraciens, des hématies avec deux noyaux. Mais ce sont là vraisemblablement des exceptions tératologiques. L'étude du développement des hématies des ovipares montre qu'un partage, s'il s'effectue, ne pourrait en tous cas se produire que tout au début de l'existence de l'hématie comme élément distinct, peut-être avant l'époque où la jeune hématie est reconnaissable comme telle (1).

En effet, chez le Triton, l'hématie, presque dès l'origine, se distingue nettement (fig. 2) ; son noyau, très-souvent nucléolé, prend la forme ovoïde ; en même temps, apparaît un corps cellulaire absolument hyalin (2), dépassant le corps nucléaire, aux deux extrémités sous forme de deux prolongements un peu aplatis, limités par un trait fin mais nettement accentué. La substance de ces prolongements *paraît* incolore. Il est difficile de décider si elle renferme dès cette époque des traces d'hémoglobine (3). Il est certain, en tous cas, que l'hématie peut continuer de grandir dans ces conditions de constitution de son corps

(1) Nous n'exceptons pas les Batraciens tels que *Rana esculenta*, où l'on trouve en assez grand nombre des hématies nucléolées (voy. ci-dessous, p. 29, note 1), mais où toutefois le corps cellulaire, fortement chargé d'hémoglobine, ne semble plus apte à se segmenter.

(2) Les granulations rares, et situées dans l'axe de l'élément que certains auteurs décrivent, paraissent accidentelles, ou du moins ne sont pas constantes.

(3) Dans cet état, en effet, l'hématie n'a pas la forme géométrique régulière qu'elle présentera plus tard. On pourrait à la rigueur se demander jusqu'à quel point celle-ci est liée à l'existence dans le corps cellulaire d'un principe immédiat cristallisable. Sans donner à une semblable hypothèse plus d'importance qu'il ne convient dans l'état présent de la science, on pourra aussi se demander si les deux formes d'hématies discoïdes et ovoïdes ne se relient pas aux états particuliers sous lesquels l'hémoglobine extraite du sang, se présente à nous. Sur un poisson à hématies nettement discoïdes, le Syngnathe, nous avons trouvé un grand nombre de ces éléments contenant des cristaux en tables hexagonales.

cellulaire. Dans certaines circonstances, et en particulier chez les animaux soumis à l'émaciation, on peut observer un grand nombre d'hématies qui se montrent ainsi complétement dépourvues d'hémoglobine, en apparence. Fuchs (1), qui les signale dans la lymphe aussi bien que dans le sang, les désigne sous le nom de « farblose Blasen. » Ce sont simplement des hématies ayant subi un développement irrégulier.

Au début, alors que le corps cellulaire de la jeune hématie est encore incolore, il paraît offrir des mouvements sarcodiques dans le sang sorti des vaisseaux. Nous n'en parlerons point, traitant exclusivement ici du noyau.

Ce dernier, quand on en suit le développement, présente bientôt la même multiplication de nucléoles et les mêmes sillons de segmentation que le noyau des leucocytes, mais avec moins de régularité. Les sillons se produisent comme pour les noyaux des leucocytes, au moins au début, sur un seul hémisphère, en supposant le noyau, qui est ovoïde, partagé suivant son grand axe. Le point de départ de cette segmentation partielle est ordinairement un grand sillon longitudinal (fig. 3) dont on retrouve la trace chez les hématies plus avancées, et sur lequel viennent se greffer de chaque côté d'autres sillons, si bien que le noyau finit par paraître en quelque sorte chiffonné. Les nucléoles sont très-petits, ou du moins indistincts ; ils peuvent avoir disparu à ce moment, mais ils peuvent aussi, dans certains cas, demeurer assez apparents à un âge plus avancé de l'élément.

Les sillons, dès cette époque, peuvent paraître finement granuleux (fig. 4) ; ils sont bien incontestablement la cause première de l'apparence désignée sous le nom de « réticulum, » et qui va s'accentuer de plus en plus.

Le *réticulum des noyaux* a beaucoup attiré depuis quelque temps l'attention des anatomistes. Il paraît certain qu'on peut observer sur de très-gros noyaux, à l'état vivant, un réticulum protoplasmique analogue à celui de nombre de cellules végé-

(1) *Loc. cit.*, voy. ci-dessus p. 16, note 1.

tales, à celui des Noctiluques (voyez ce *Journal*, sept.-oct. 1878), etc. Un réticulum semblable a été figuré par O. Hertwig dans la vésicule germinative de *Toxopneustes lividus* (*Morphol. Jahrbuch*, 1875, page 352 et fig. 1), signalé par Giard dans les mêmes circonstances chez *Salmacina Dysteri* (*Comptes rendus*, 17 janvier 1876). Ce réseau protoplasmique nucléaire ne serait que la répétition en petit de ce qui existe dans les cellules végétales : comme chez ces dernières, il plongerait dans un liquide que Hertwig désigne sous le nom, très-légitime dans ce cas, de *Kernsaft*, par opposition à la substance nucléaire proprement dite (*Kernsubstanz*), représentée dans les exemples dont il s'agit par des filaments rayonnant autour du nucléole et allant rejoindre la paroi nucléaire.

Mais nous devons ajouter immédiatement que ces désignations, que semble vouloir reprendre M. Stricker, n'ont plus aucune valeur appliquées aux noyaux des éléments du sang et à leur « réticulum. » Aucune partie de ce noyau n'est liquide, et même celle qui mérite ici exclusivement le nom de substance nucléaire, est précisément (comme on le verra plus loin) celle qui paraît divisée par le « réticulum. »

O. Hertwig a recherché le même réticulum protoplasmique, et croit l'avoir retrouvé dans la vésicule germinative de l'œuf ovarien de la Souris (*loc. cit.*, p. 350 et fig. 9). Mais il faut noter qu'il observait après vingt-quatre heures de séjour dans l'iodsérum, c'est-à-dire dans un liquide qui n'est nullement indifférent pour un très-grand nombre d'éléments anatomiques ; aussi croyons-nous devoir faire ici les réserves les plus expresses. Nous ferons la même remarque pour l'observation de T. Eimer (*Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns*, in *Arch. für mikr. Anat.* 1877, pl. VII), qui figure un réticulum tout semblable dans les cellules vibratiles des parois buccales de *Salamandra maculata*, sans dire toutefois si ces éléments n'ont pas été traités eux aussi par l'iodsérum.

Loin d'offrir cet aspect d'un réseau formé de filaments protoplasmiques, le « réticulum » du noyau des hématies se rapproche beaucoup plus par son aspect de l'apparence que figure

le même observateur (T. Eimer, *loc. cit.*, fig. 7) dans le noyau des cellules vibratiles des branchies de *Siredon pisciformis*, après action d'une solution faible de bichromate de potasse. Cet aspect semble aussi se rapprocher de l'apparence décrite comme altération cadavérique par E. Langhans (*Zur Lehre von der Zusammengesetzung des Kernes*, in *Centrbl.*, 9 déc. 1876) sur les cellules de la caduque, réticulum résultant de gouttes qui se sont formées par dialyse de la substance nucléaire, augmentent de volume, confluent et donnent à la substance plus résistante qui les sépare l'aspect réticulé (1).

Dans les hématies du Triton, le « réticulum, » quoique invisible pendant la vie, n'est pas une formation cadavérique. Il résulte directement de cette segmentation du noyau dont nous avons indiqué les premières phases. Il représente l'apparence due aux limites de séparation des segments de substance nucléaire appliqués les uns contre les autres, séparés, mais en tout cas réunis par une substance qui est peut-être quelquefois granuleuse (fig. 4), et qui dessine dans la substance nucléaire des cloisons plus ou moins complètes partageant cette substance en segments à peu près sphériques au début, et plus tard polyédriques (fig. 5 à 9).

La nature de cette substance, qui se produit ainsi au-dessous de l'enveloppe propre du noyau, est difficile à déterminer. Son aspect granuleux n'est certainement, dans beaucoup de cas, qu'une apparence; les points obscurs qu'on y distingue, sont dus pour la plupart à des jeux de lumière produits par les intersections des cloisons les unes sur les autres (voy. plus loin). Cette substance, en tous cas, ne paraît pas non plus se colorer par le carmin. Il est possible qu'elle prenne à la longue une teinte un peu bistrée, après avoir été traitée par l'acide osmique (2).

(1) R. Arndt (*Ueber den Zellkern*, in *Sitz. des med. Vereins zu Greifswald*, 4 nov. 1876), qui insiste sur l'aspect mosaïque des noyaux, regarde aussi la substance du « réticulum » comme fondamentale (Grundsubstanz), contenant dans ses mailles des globules élémentaires (Elementarkugelchen) ?

(2) Cette teinte s'est présentée à nous dans d'autres noyaux remarquables par leurs dimensions, et très-favorables à l'observation d'un réticulum entièrement analogue à celui du noyau des hématies. Nous voulons parler des noyaux des cellules des

Le noyau grandit en même temps que le corps cellulaire. Celui-ci, qui était d'abord fusiforme et tangent au noyau, prend une figure ovoïde aplatie ; ses bords sont maintenant à peu près parallèles à ceux du noyau ; en même temps le corps cellulaire se teinte de plus en plus d'hémoglobine (fig. 5). Le « réticulum » s'accuse ; les segments nucléaires augmentent de nombre sans paraître jusqu'à cette époque diminuer de dimension. Nous avons déjà signalé (1) que, dans l'hématie arrivée à ce stade de son évolution, le noyau atteint un volume maximum, après quoi il *diminue* pour prendre les dimensions qu'il a sur l'élément arrivé à ce qu'on peut appeler sa période d'état. Ces hématies à noyau volumineux, à forme ellipsoïde moins allongée qu'elle ne le sera plus tard, à bords parallèles à ceux du noyau, ne se rencontrent pas avec la même abondance sur tous les sujets. Il nous paraît hors de doute cependant que la plupart des hématies doivent passer par cette phase avant d'atteindre leur aspect définitif ; elle est d'ailleurs marquée par un caractère important, et qui lui assigne sa place dans l'évolution de l'élément. Ce noyau volumineux fixe déjà moins le carmin que celui des hématies plus jeunes ; il le fixe mieux que les hématies

glandes à venin du Triton. Ils sont difficiles à observer en place, mais ils peuvent se présenter dans des conditions qui paraissent tout à fait satisfaisantes pour l'étude. Quand on recueille le sang d'animaux émaciés, par section de la queue, on trouve fréquemment dans celui-là un certain nombre de ces gros novaux ; et comme ils n'ont été en contact qu'avec le sang, et qu'ils ont été aussitôt fixés par l'acide osmique; on peut les regarder comme se présentant dans leur état normal. Ce sont des sphères volumineuses, mesurant de 45 à 60 millièmes de millimètre de diamètre, limitées par un trait fin, nettement accusé. Elles fixent énergiquement le carmin, comme tous les noyaux en vie active Elles présentent des nucléoles volumineux, de forme irrégulière, mesurant jusqu'à 3 μ, et se colorant par le carmin d'une manière intense. Ces nucléoles sont communément en nombre pair, 2, 4, 6, et paraissent affecter une disposition géminée : sur quatre, par exemple, deux seront plus gros et 2 plus petits ; les gros occuperont un côté de la sphère, les petits, un autre côté ; enfin, les nucléoles de chaque groupe seront plus rapprochés entre eux qu'ils ne le sont de l'autre groupe. Toute la masse sphérique est divisée en un nombre relativement restreint de segments à peu près polyédriques, par des cloisons à peine granuleuses qu'on pourrait plutôt décrire comme simplement obscures ; elles sont vagues dans leurs limites et assez semblables à un réseau de vapeur en suspension dans un milieu transparent. Elles nous ont paru indépendantes de la disposition des nucléoles plongés dans la substance nucléaire hyaline.

(1) Société de biologie, 8 juin 1878.

adultes. De plus, toute trace de nucléoles a ordinairement disparu dans ces gros noyaux. Toutefois, il n'en est pas nécessairement ainsi; nous les y trouvons très-distincts, multiples dans le sang d'un Triton émacié par un séjour prolongé dans l'eau distillée fréquemment renouvelée. Mais ceci paraît exceptionnel, du moins chez le Triton, qui est seul en cause ici. La comparaison avec ce que nous avons pu observer sur le sang d'autres Batraciens, traité par les mêmes procédés, nous permet, en effet, d'affirmer que dans cette espèce la disparition des nucléoles est la règle constante : on n'en retrouve point alors que les mêmes réactions mettent ces nucléoles en parfaite évidence quand ils existent (1).

Tout ce qui précède montre suffisamment que les nucléoles ne sauraient être en aucune façon rattachés au « réticulum. »

A une période plus avancée de développement de l'hématie, que l'on peut considérer comme sa période d'état fonctionnel (fig. 7 et 8), le corps cellulaire a pris sa coloration et sa forme caractéristiques. Il est plus foncé qu'il n'était, il est devenu allongé, ses bords ne sont plus parallèles à ceux du noyau. Celui-ci a notablement diminué de volume; il ne fixe plus, ou du moins ne fixe que très-faiblement le carmin. Sa constitution, en même temps, devient plus confuse, son aspect simplement nuageux, ou même grossièrement granuleux. Mais cette apparence, bien souvent décrite, n'est, en somme, que l'effet de la structure indiquée plus haut, se perpétuant dans un corps de plus petit volume. Ceci est facile à démontrer sur les hématies préalablement fixées par l'acide osmique, et qu'on laisse plusieurs jours séjourner dans le picrocarminate étendu. Nous avons indiqué plus haut que dans ces conditions le noyau

(1) Nous trouvons dans nos préparations de sang de Protée, sur une hématie parvenue au point de développement qui nous occupe, un gros nucléole unique, occupant un des foyers du corps nucléaire ovoïde. De même, chez une grenouille (*R. esculenta*) très-émaciée, nous trouvons un nombre relativement grand d'hématies ayant presque atteint les dimensions normales, *offrant un noyau sphérique* muni en général de deux nucléoles placés excentriquement; sur les préparations traitées par l'acide osmique et le carmin, ces nucléoles se présentent avec leur coloration carastéristique (Comp. Ranvier, *Recherches sur les éléments du sang*, in *Arch. de Physiologie* 1875, p. 1).

se gonfle, tandis que le corps cellulaire, devenu friable, ne subit pas la même modification ; il en résulte que le noyau fait éclater le corps cellulaire, et se présente dès lors directement à l'observateur. Il est facile de s'assurer dans ces circonstances que sa structure intime est toujours la même, qu'il est toujours formé d'une substance nucléaire se gonflant par l'eau, hyaline, difficilement colorée par le carmin, sans traces de granulations ni de nucléoles. Cette substance est divisée en segments un peu sphériques par leur face libre ; le contour de celle-ci ne se délimite distinctement dans le véhicule que grâce à la coloration rosée que lui donne le carmin. Ces segments sont séparés par des cloisons qui semblent granuleuses ; mais, en faisant jouer la vis du microscope, on s'aperçoit facilement que leurs prétendues granulations, au lieu d'apparaître et de disparaître sans changer de place, semblent se rapprocher et s'éloigner, selon le mouvement imprimé à l'objectif. On en conclut qu'on a sous les yeux non des granulations, mais des sections d'arêtes plus ou moins régulières résultant de l'incidence l'une sur l'autre de deux ou de plusieurs cloisons séparant les segments nucléaires.

La période d'état fonctionnel de l'hématie correspond donc, en réalité, à un premier stade de régression dans lequel l'élément paraît demeurer un temps assez long ; puis cette régression s'accentue, pour aboutir finalement à la disparition totale de l'élément par dissolution dans le sérum. Les figures 9 et 10 représentent cette évolution finale. Le noyau et le corps cellulaire diminuent simultanément ; le corps cellulaire devient de plus en plus foncé ; le noyau, qui n'est plus susceptible d'être coloré par le picrocarminate d'ammoniaque, tend à se confondre de plus en plus avec la substance du corps cellulaire, profondément modifiée elle-même.

Les phases ultimes de cette disparition semblent s'effectuer rapidement. La substance hémoglobique, devenue de plus en plus foncée et réfringente, est bientôt réduite en une masse irrégulièrement ovoïde qui diminue progressivement par dissolution. Il nous est arrivé de rencontrer en grand nombre dans

le sang d'un *T. alpestris* ces hématies parvenues au terme de leur régression (1). On les trouve toujours en abondance dans le tissu splénique de certains Sélaciens, où elles sont probablement retenues en raison de leur moindre élasticité. C'est chez ces animaux que nous les avons représentées (fig. 10).

Cette évolution des hématies, que nous venons de suivre pas à pas, aide à comprendre certaines formes anormales de ces éléments que l'on peut rencontrer, et qui à leur tour confirment la réalité de nos indications. Nous avons ici surtout en vue une forme aberrante, qui s'est offerte à nous en quantité sur un *T. cristatus*. L'animal (nous n'avons pas pu nous en assurer en temps utile) avait probablement subi l'ablation au moins partielle de la rate dix semaines auparavant (milieu de mars, fin mai) : ceci est d'ailleurs sans importance pour l'objet qui nous occupe. Nous répétons qu'il ne s'agit pas ici d'une forme unique rencontrée accidentellement au milieu d'une population cellulaire, mais que cette forme était abondante dans le sang de notre animal, et qu'elle a été attentivement étudiée, dessinée, et ses caractères contrôlés de nouveau après un certain temps. Il s'agissait bien d'hématies, reconnaissables (au moins pour plusieurs) à la coloration de leur corps cellulaire. Celui-ci, qui semble flétri, enveloppe un noyau de configuration spéciale (fig. 15), mais dont la substance a conservé son affinité pour le carmin. Ce singulier noyau semble résulter du groupement d'un certain nombre de prolongements obtus (30 ou 40), en forme de larmes, larges de 2 à 3 μ, paraissant réunis par leurs sommets, tandis que leurs bases, qui ne se touchent pas, dessinent une surface à peu près ovoïde ou plutôt réniforme. Ces prolongements, contrairement à ce qui existe chez l'hématie normale, semblent séparés par la substance hémoglobique du corps cellulaire pénétrant entre eux. Eux-mêmes sont parfaitement hyalins, sans trace de nucléoles. Leur point de convergence correspond à peu près au centre de la masse commune ; il est parfois reporté vers la sur-

(1) Homologues des *Microcytes* de Vanlair et Masius ?

face, de là la configuration réniforme de l'ensemble. Certains de ces éléments paraissent formés de deux parties renflées séparées par un étranglement médian ; on peut voir aussi les prolongements de substance nucléaire s'avançant vers les pôles, y dessiner par leurs extrémités une sorte de figure étoilée, rappelant grossièrement les taches rayonnées polaires des œufs de Clepsine (Voy. Ch. Robin, *Mém. sur le développement embryogénique des Hirudinées*, pl. XIV, pag. 232-235, in *Mém. de l'Acad. des Sciences*, t. XL).

Il est assez difficile d'expliquer l'origine de la forme aberrante que nous venons de décrire. Peut-être pourrait-on la regarder comme due à la rupture ou à l'avortement de la membrane d'enveloppe du noyau, qui aurait dès lors permis l'extension des masses résultant de la segmentation du corps cellulaire. En ce cas, le point de convergence de ces segments correspondrait à la face du noyau de la jeune hématie opposée à celle où apparaît, comme on l'a vu, le premier grand sillon sur lequel les autres viennent se greffer. Cette explication est forcément hypothétique; mais on ne saurait du moins méconnaître que l'espèce tératologique dont il est ici question, en offrant pour ainsi dire l'exagération même de la structure que nous avons indiquée comme normale, apporte une confirmation nouvelle à l'interprétation que nous essayons de donner du prétendu « réticulum » du noyau des éléments du sang chez le Triton.

Conclusions

Les conclusions générales suivantes nous paraissent ressortir du travail qui précède :

1° Les hématies et les leucocytes chez les ovipares dérivent d'un seul et même élément anatomique.

2° Le noyau des leucocytes subit une segmentation complète l'amenant à l'état d'amas nucléaire. Celui-ci est toujours concentrique à l'élément.

3° La segmentation des leucocytes n'a jamais lieu tant qu'ils sont en suspension et en mouvement dans le sérum.

4° Les prétendus faits de segmentation observés sur les leucocytes adultes en dehors des vaisseaux, ne sont que le partage (se produisant sous l'influence des mouvements du corps cellulaire) d'un amas de noyaux préalablement individualisés.

5° Les hématies sont des formes élémentaires ultimes.

6° Dans les hématies du Triton, le prétendu « réticulum » n'est qu'une apparence résultant du sectionnement partiel de la substance nucléaire.

7° Le noyau de l'hématie atteint au cours de son développement un volume maximum, puis diminue jusqu'à la période d'état de l'élément.

8° Les hématies disparaissent par dissolution dans le sérum ambiant.

9° Il n'y a jamais chez le Triton de multiplication des hématies par scissiparie, dès que le corps de celles-ci a commencé de renfermer de l'hémoglobine.

Enfin il existe peut-être une relation entre l'état moléculaire de l'hémoglobine existant dans les hématies (mais non telle que nous l'extrayons) et les deux formes régulières ovoïdes ou discoïdes, sous lesquelles celles-ci se présentent suivant les espèces animales.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Éléments du sang de *Triton Cristatus* et *Alpestris* (sauf la fig. 10). Grossissement uniforme de 1,000 diamètres. Tous ces éléments ont eté traités uniformément par l'acide osmique saturé. On suppose les noyaux fortement teintés par le carmin. Les flèches indiquent les phases successives du développement des leucocytes et des hématies.

Fig. 1. — Noyau d'origine, point de départ commun des hématies et des leucocytes.

Fig. 2. — Jeune hématie (hématoblaste de Hayem).

Fig. 3. — Hématie plus âgée; apparition des premiers sillons, nucléoles multiples.

Fig. 4. — Hématie plus âgée; sillons d'apparence granuleuse.

Fig. 5. — Hématie plus âgée, « réticulum, » nucléoles multiples; le corps cellulaire commence à paraître teinté d'hémoglobine.

Fig. 6. — Hématie parvenue à la période de développement où le noyau atteint son volume maximum. Il cesse en même temps de se colorer aussi bien par le carmin. Le corps cellulaire est plus foncé.

Fig. 7 et 8. — Hématies arrivées à leur période d'état fonctionnel. Diminution de volume du noyau, qui ne fixe plus le carmin (dans le temps et les conditions où les autres noyaux se colorent). Corps cellulaire plus foncé.

Fig. 9. — Hématie plus âgée. Diminution de volume du corps cellulaire et du noyau. Coloration plus foncée.

Fig. 10. — Hématies (réduites à l'état de *microcytes*) en cours de dissolution dans le sérum. — Cette figure est empruntée au sang du *Spinax Acanthias*.

Fig. 11. — Premiers développements du leucocyte. Corps cellulaire encore indistinct, nucléoles multiples, segmentation manifeste.

Fig. 11 *bis*. — Leucocytes du même âge que le précédent, fixés en état d'expansion ; formes paraissant aberrantes.

Fig. 12. — Leucocyte plus âgé, présentant un noyau nettement partagé en quatre segments.

Fig. 12 *bis*. — Noyaux de leucocytes du même âge que le précédent, isolés, légèrement gonflés par l'eau.

Fig. 13. — Leucocyte adulte.

Fig. 14. — Masse nucléaire du même, à deux états différents de dissociation par le séjour dans l'eau.

Fig. 15. — Hématies anormales à noyau profondément modifié (voir le texte).

NOUVEAUX DÉTAILS

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DE

L'ARTICULATION DU GENOU

Par le Dr TERRILLON

Chirurgien des hôpitaux, agrégé à la Faculté de médecine

PLANCHE IV.

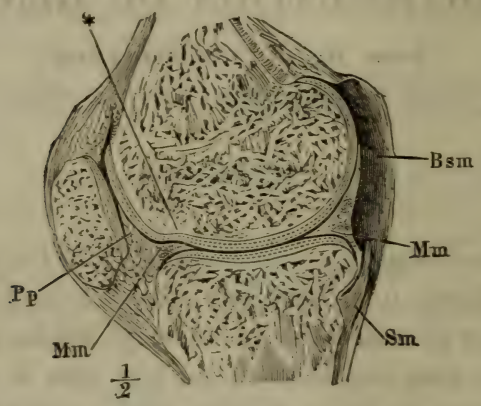
Il existe au niveau de la surface articulaire de l'extrémité inférieure du fémur une disposition spéciale ayant les caractères d'une rainure plus ou moins profonde, qui mérite d'être signalée, car elle joue certainement un rôle dans le mécanisme de l'articulation du genou. Souvent même, quand elle est exagérée, elle a été prise pour une altération pathologique et décrite sous ce titre. Cette disposition de la surface articulaire avait presque toujours passé inaperçue, et les anatomistes français l'avaient à peine signalée.

Mon attention fut attirée sur ce point d'anatomie, à propos d'un de ces faits simulant une altération des cartilages, et dont l'interprétation me semblait difficile; c'est en recherchant la cause de cette lésion que je trouvai quelle était la nature de cette rainure creusée aux dépens des surfaces articulaires.

Fort étonné de ne trouver que des indications vagues dans les auteurs français les plus modernes, je recherchai si cette dépression avait été indiquée par les anatomistes étrangers. Or, Henke, Luska et Humphrey l'ont décrite, mais sans y attacher une grande importance, et surtout ils ne paraissent pas lui faire jouer le rôle que j'indiquerai plus tard.

Henke n'en parle pas dans sa description anatomique; cependant il est un fait qui prouve que cette dépression avait fixé son attention. Une figure de son atlas qui est reproduite dans l'ou-

vrage de Cruveilher, montre nettement sur une coupe antéro-postérieure du genou la position de cette rainure ou encoche, et son rapport avec les cartilages semi-lunaires. Les auteurs qui ont collaboré à la nouvelle édition illustrée de Cruveilher, ne donnent aucune explication dans le texte, et se contentent d'une légende très-courte se rapportant à la figure précédente.



Enfin je signalerai, pour être complet, que M. Panas, dans son article *genou* du dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique, parle de cette disposition comme étant simplement la ligne de séparation entre la surface articulaire qui correspond au tibia et la surface qui doit s'articuler avec la rotule. Nous verrons plus loin que ce n'est pas seulement ainsi que doit être interprétée cette dépression, dont le rôle physiologique me semble bien défini.

Tels sont les renseignements fournis par la bibliographique; mais il est juste d'ajouter que M. Farabeuf, auquel je parlais de ce fait, m'a dit l'avoir signalé et enseigné plusieurs fois à ses élèves. Il est donc étonnant qu'aucune publication n'ait été faite en France sur ce sujet.

Sans vouloir exagérer l'importance de cette particularité anatomique, mais persuadé qu'aucun détail ne doit être négligé, surtout quand il présente un intérêt certain au point de vue physiologique, ainsi que j'espère pouvoir le démontrer, je commencerai par décrire avec soin la disposition anatomique que je viens

de signaler, pour pouvoir indiquer ensuite comment je comprends son rôle dans les mouvements physiologiques du genou.

I

Lorsqu'on examine la surface articulaire de l'extrémité inférieure du fémur provenant d'un sujet âgé de soixante ans environ, on est frappé des particularités suivantes, qui se retrouvent dans tous les cas, mais à des degrés divers.

On aperçoit nettement deux rainures ou dépressions du cartilage, disposées transversalement et qui semblent diviser la surface cartilagineuse en deux parties.

Si on examine attentivement, surtout en regardant les condyles fémoraux de profil, il est facile de voir que la courbure de la surface cartilagineuse subit au niveau de cette rainure un changement de direction.

La partie supérieure et antérieure devient saillante par rapport à l'inférieure, et forme même, chez certains sujets, deux saillies appréciables correspondant aux bords latéraux des condyles. (Panas.)

En un mot, la surface cartilagineuse des condyles est divisée par cette encoche transversale en deux zones différentes, l'une formant manifestement un cylindre transversal qui correspond à la surface du plateau tibial ou plutôt aux ménisques; l'autre située plus haut, légèrement convexe, mais correspondant à une autre figure géométrique, et qui est en rapport avec la face postérieure de la rotule. La zone rotulienne et la zone tibiale sont donc parfaitement distinctes l'une de l'autre.

Mais revenons à cette rainure transversale (fig. p. 36).

Elle est double, puisque chacune de ses parties correspond à un des condyles ; elle est ainsi divisée en deux parties par la grande échancrure intercondylienne, car elle est toujours située sur un plan postérieur par rapport à l'extrémité antérieure de celle-ci.

Ces deux rainures ne sont pas elles-mêmes situées sur le

même plan, l'interne est ordinairement plus en avant que l'externe et son obliquité est plus prononcée.

Leur profondeur est variable ; mais on peut dire d'une façon certaine, d'après les nombreux sujets que j'ai examinés, qu'elle va en augmentant avec l'âge. A peine appréciable sur le nouveau-né, où le plus souvent on ne trouve qu'une petite surface insignifiante plus facile à sentir avec le doigt qu'à distinguer à l'œil, elle devient assez manifeste sur l'enfant de quatre à cinq ans. A partir de cette époque, elle augmente progressivement. Bientôt elle se manifeste au toucher et à la vue ; elle devient très-appréciable par ce fait, que le cartilage à ce niveau présente un changement de coloration : il devient plus jaune.

L'augmentation de profondeur tient d'une façon évidente à la dépression du cartilage, dépression qui reconnaît deux causes sur lesquelles j'insisterai plus loin. Chez les vieillards, l'altération et l'usure du cartilage sont quelquefois telles, que l'os est à nu dans une certaine étendue : on a alors une véritable perte de substance. Ce fait est assez rare ; mais on voit presque toujours le bord extérieur du cartilage présenter à la limite de la rainure une dépression plus profonde qui va en augmentant avec l'âge, et qui peut atteindre plusieurs millimètres. Dans le voisinage de cette dépression, la synoriale est altérée et présente des franges saillantes qui empiètent un peu sur la partie érodée des cartilages.

Pour mieux faire comprendre les différences qui peuvent exister suivant l'âge, je vais donner le résultat d'un certain nombre de recherches que j'ai faites.

Ces recherches ont porté sur des fémurs appartenant aux différents âges. Elles ont eu pour but d'étudier, non-seulement les rainures ou dépressions dont j'ai parlé, mais aussi les modifications de courbure de la surface articulaire ; modifications qui sont telles, que la partie qui correspond à la rotule répond à une courbure géométrique différente de celle qui doit s'unir avec le plateau du tibia.

Chez les enfants de moins d'un an, l'extrémité inférieure du

fémur, encroûtée du cartilage ne présente aucune rainure apparente, mais le cylindre n'est plus uniforme. Déjà chez, quelques-uns, en passant le doigt sur la surface cartilagineuse du côté externe, on perçoit un léger changement de courbure au niveau de la zone rotulienne. Il n'y a pas de dépression véritable, mais une simple saillie.

J'ai examiné plusieurs nouveau-nés qui m'ont présenté les particularités suivantes :

Chez eux, on avait déjà au toucher la sensation d'un changement de courbure entre la partie rotulienne et la partie tibiale.

Un enfant de *quarante-sept jours* a fourni les détails suivants, que je trouve dans mes notes : le condyle interne forme dans sa totalité un cylindre parfait : le condyle externe présente au contraire une légère saillie en avant du point où doit se trouver la dépression chez l'adulte.

On peut donc dire que, déjà au moment de la naissance et bientôt après, on trouve, en examinant attentivement, une trace légère de la disposition anatomique qui se présentera plus tard ; mais il n'y a aucune dépression. La zone tibiale seule semble déjà distincte de la zone rotulienne, comme s'il était dans le plan général de cette surface inférieure du fémur de présenter une délimitation entre les deux zones articulaires.

Entre un et deux ans, on constate déjà une trace évidente de la rainure signalée. Elle est marquée, à son début, par une différence de coloration. Le cartilage au niveau de la ligne que doit occuper plus tard la rainure, semble plus mince, plus transparent, plus bleuâtre. Les dépressions ainsi marquées sont sensibles au toucher ; au lieu d'être obliques, comme elles le seront à un âge plus avancé, elles sont transversales, et semblent se continuer d'un condyle à l'autre. Enfin, elles sont antérieures par rapport à la grande échancrure intercondylienne.

La différence de courbure des surfaces rotuliennes et tibiales devient déjà plus manifeste.

Cette différence est surtout marquée entre trois et quatre ans. Il existe alors une saillie prononcée de la zone rotulienne, par

rapport à la zone tibiale, au niveau des bords de la poulie fémorale.

Les facettes sont aussi plus accentuées.

A partir de quatre ou cinq ans, les modifications deviennent plus nettes, la rainure se dessine davantage ; la différence de courbure des deux surfaces articulaires devient plus manifeste.

Pendant les premières années, les rainures sont situées en avant de l'extrémité antérieure de la grande échancrure intercondylienne. Plus tard elles ne restent plus dans le même plan transversal, mais se séparent pour se placer l'une en avant de l'autre.

Vers l'âge de vingt-cinq ou trente ans, on voit déjà apparaître vers les extrémités de la rainure celles qui correspondent à l'implantation de la synoviale articulaire, une dépression plus profonde. Il semble que le cartilage à ce niveau s'érode, s'ulcère, et que le tissu de la synoviale empiète sur la surface articulaire. C'est le début de cette échancrure exagérée qui, chez les personnes âgées, donne le change pour une altération pathologique avec laquelle elle est souvent confondue.

C'est à partir de quarante ans que tous ces détails sont plus marqués (pl. IV, fig. 1). Voici le résultat de plusieurs examens faits sur des sujets de cet âge :

1. Rainure profonde sur le condyle *externe*, oblique d'avant en arrière et de dehors en dedans, l'extrémité interne tombant à 1/2 cent. en arrière de l'extrémité antérieure de l'échancrure intercondylienne.

Teinte brune différente à ce niveau de celle du cartilage voisin.

2. Sur le condyle *interne*, la rainure est un peu moins oblique dans le même sens, mais située à deux centimètres en avant. Elle est plus accentuée.

Le fond de la rainure présente un aspect grenu, qui tranche avec l'aspect lisse du cartilage voisin.

Vers la partie interne, on dirait que la synoviale vient empiéter sur le cartilage. La rainure est située à 2 c. 1/2 en arrière de la limite antérieure du cartilage articulaire.

Donc, à cette époque, la dépression existe bien marquée et profonde, et la surface du cartilage est altérée à son niveau. Cette surface est tomenteuse, dépolie et comme écaillée, ce qui correspond aux altérations qu'on constate par l'examen microscopique dont je parlerai plus loin.

Je n'insisterai pas beaucoup sur ce qu'on rencontre à mesure qu'on examine des articulations appartenant à des sujets plus âgés. L'exagération de la dépression, l'usure plus accentuée du cartilage, qui peut disparaître en partie, et surtout la disparition, commençant toujours vers les bords saillants de la poulie humérale : telles sont les modifications principales apportées par l'âge.

Ces détails se retrouvent aussi sur les os dénudés et privés de leur cartilage, ce qui prouve que le cartilage n'a pas subi seul une modification. Il semble que le choc répété du rebord du cartilage semi-lunaire, à chaque mouvement d'extension, agisse par l'intermédiaire du cartilage pour déprimer l'os sous-jacent.

Mais cependant la dépression de l'os ne commence qu'à partir de huit à dix ans, alors que l'enfant a déjà, marchant depuis longtemps, déformé les parties par le choc répété de l'extension.

Telles sont les modifications qu'a subies la surface cartilagineuse des condyles.

Il était nécessaire de rechercher avec soin si le cartilage à ce niveau avait réellement subi une diminution d'épaisseur, enfin, quelle était la nature de l'altération qu'il avait éprouvée.

Ainsi que je l'ai déjà annoncé, lorsqu'on examine le fémur sec (pl. IV, fig. 2) dépouillé de cartilage, sur une série de squelettes, on trouve ces mêmes rainures ou dépressions. La plupart des fémurs que j'ai examinés présentent cette dépression, et elle est d'autant plus marquée qu'on se rapproche des bords de la poulie femorale : en ce point existe, en avant de la rainure, une saillie assez prononcée.

Quand on prend un fémur muni de son cartilage frais, et si on pratique une coupe antéro-postérieure, on constate que le cartilage est déprimé et suit les inflexions de la rainure osseuse,

sans avoir perdu beaucoup de son épaisseur, au moins chez l'adulte. Sur un fémur de vieillard, le cartilage semble beaucoup plus mince à ce niveau ; il est irrégulier à sa surface, et l'usure qui l'envahit se prononce de plus en plus.

On peut donc dire, d'après l'examen à l'œil nu fait sur des coupes comprenant le cartilage et l'os sous-jacent, que l'os a subi une dépression dans laquelle s'enfonce le cartilage. Ce dernier n'a pas subi une perte de substance réelle, mais une simple inflexion à ce niveau. Ce fait était, du reste, probable d'après ce que nous avons constaté sur l'os sec dépouillé de cartilage, et sur lequel la dépression est très-prononcée.

Sur ces coupes antéro-postérieures, on voit nettement que, sous l'influence de l'âge, le cartilage s'altère, s'érode, surtout vers les bords de la poulie fémorale. Une altération véritable vient se joindre à la dépression antécédente pour augmenter les rainures et simuler, à cause de l'irrégularité de la surface ainsi altérée, une lésion pathologique.

Voulant avoir des renseignements plus précis sur les détails intimes de cette altération, j'ai pratiqué l'examen microscopique de ces cartilages sur des coupes minces comprenant le cartilage et l'os sous-jacent décalcifié. La minceur relative du cartilage devient alors plus évidente, surtout à mesure que le sujet avance en âge. Quant à l'altération du cartilage, déjà visible à un faible grossissement, elle devient évidente et facile à analyser avec de forts grossissements.

L'altération principale consiste dans une érosion de la surface, qui présente les caractères suivants :

La substance cartilagineuse est divisée en lamelles très-minces et parallèles à la surface. Ces lamelles se détachent en partie des couches sous-jacentes, mais en restant adhérentes par un point ; aussi leur extrémité libre est-elle flottante du côté de la surface libre.

Cette disposition donne cette apparence déchiquetée, rugueuse, signalée dans l'examen à l'œil nu.

L'altération diffère donc totalement de l'altération dite velvé-

tique, dans laquelle la substance cartilagineuse est divisée en lamelles perpendiculaires à la surface.

Le phénomène intime qui se passe dans le cartilage pour produire cette altération, paraît être une segmentation du cartilage en lamelles succédant à une altération des cellules et des capsules. Les cellules de la surface deviennent granuleuses, disparaissent, et laissent des vides qui correspondent aux points où la substance fondamentale se segmente.

Mais il semble qu'il se produise en ce point une lésion mécanique autant qu'une lésion vitale. Le frottement et surtout la pression du cartilage semi-lunaire, qui se loge dans la rainure (fig. page 36), produisent une véritable usure du cartilage, qui en vertu de l'âge a perdu sa vitalité normale et sa force de résistance.

J'ajouterai enfin que, dans les points où le cartilage a disparu et l'os semble dénudé, on trouve une production nouvelle de tissu fibreux qui provient d'un empiétement du tissu de la synoviale.

II

Connaissant ainsi la disposition de la rainure des cartilages, nous devons nous demander si cette dépression reconnaît une cause spéciale, et surtout si cette cause peut avoir une influence sur l'augmentation de cette rainure avec l'âge du sujet. Nous examinerons ensuite quel peut être son rôle ; nous verrons, en un mot, si certains mouvements de l'articulation du genou ne sont pas influencés par cette disposition du cartilage.

On saisit facilement la cause de cette disposition, lorsqu'on examine avec soin une articulation ouverte par sa partie antérieure, si on a pris soin de ne pas altérer la position des ménisques.

Si on met alors la jambe dans l'extension, on voit que ce mouvement est limité par un arrêt brusque, un véritable choc, et qu'à ce moment, le bord extérieur des fibro-cartilages semi-lunaires viennent se loger dans les rainures (voir fig. page 36).

Il semble donc évident que ces dernières doivent être le résultat de ce choc, qui met en contact le rebord tranchant des ménisques avec un point du cartilage. Ainsi s'explique comment ces dépressions, d'abord à peine visibles chez l'enfant, deviennent de plus en plus manifestes avec l'âge.

Mais cette explication est rendue encore beaucoup plus acceptable lorsqu'on se rappelle l'altération que subit la surface de cette dépression laquelle devient, avec l'âge, rugueuse comme le serait une partie constamment atteinte par des chocs répétés.

Enfin, la forme même de la dépression, son obliquité, sa position qui est exactement celle des ménisques qui viennent s'y loger (fig. page 36), tout cela fait encore supposer que telle est bien la cause qui lui donne sa profondeur habituelle.

Le rôle physiologique de ces dépressions creusées sur la surface articulaire du fémur a une certaine importance, ainsi que je vais essayer de le démontrer. Mais, avant d'entrer dans les détails nécessaires pour faire comprendre comment leur présence peut avoir une influence sur les mouvements articulaires, il est bon de rappeler brièvement comment se produisent les mouvements de l'articulation du genou.

Je laisserai de côté les mouvements de rotation, qui n'existent que dans une position spéciale, la demi-flexion, pour ne m'occuper que des mouvements naturels, la flexion et l'extension.

Tous les anatomistes sont d'accord pour admettre que, dans les mouvements de flexion du genou, les condyles du fémur se déplacent sur les plateaux du tibia, en vertu d'un mouvement alternatif de glissement et de roulement. Le roulement est analogue à celui qui caractérise le déplacement d'une roue sur un plan.

Or, quand le mouvement de roulement qui se produit dans le sens de l'extension, le seul qui doive nous occuper ici, a atteint une certaine limite, qui correspond à la rectitude de la jambe, il s'arrête en vertu d'une disposition anatomique spéciale. L'arrêt ainsi produit correspond à l'extension simple, et si on force cette position première, on a ce qu'on peut appeler

l'hyperextension. Cette dernière position est telle, que souvent la jambe n'est plus dans l'axe de la cuisse, le fémur et le tibia formant un angle obtus ouvert en avant.

C'est au moment de la limitation du mouvement d'extension ou d'hyperextension que les cartilages semi-lunaires jouent un rôle important, et c'est grâce à ce mouvement qu'ils arrivent à creuser une dépression dans le cartilage. L'encoche ainsi formée joue aussi un rôle spécial, qui est de donner au cartilage semi-lunaire plus de fixité dans sa position et de fournir à l'extension un appui plus net et plus sûr.

Ceci demande quelques explications.

Jusqu'à présent, la limite des mouvements d'extension avait toujours, pour les anatomistes, semblé être le résultat d'une disposition spéciale des ligaments. L'implantation des ligaments latéraux sur un plan postérieur à l'axe de rotation, la tension du ligament croisé antérieur dans l'hyperextension : telles étaient pour tous les auteurs les causes de la limite de l'hyperextension.

Aucun d'eux n'avait remarqué que, lorsque l'on fait mouvoir l'articulation du genou, au moment où se produit l'hyperextension, la limite de ce mouvement est marquée par la sensation d'un choc assez brusque. Ce choc semblait dû à la tension des ligaments. Cependant je pense que, si les ligaments jouent un rôle important, il est bon d'attribuer aux cartilages semi-lunaires et aux rainures qui leur correspondent le rôle prédominant.

Voici comment on peut, selon moi, rendre compte du rôle des cartilages inter-articulaires pour limiter l'extension. Ces cartilages sont, comme on sait, taillés en biseau, de façon que leur bord extérieur est très-épais par rapport à leur bord intérieur, qui est tranchant, leur coupe verticale ayant la figure d'un prisme.

Ils jouent dans le mouvement d'extension l'office d'un coin disposé entre deux corps roulant l'un sur l'autre. Si j'osais me servir d'une comparaison qui rend très-bien ma pensée, je dirais qu'ils remplissent le rôle que joue un corps prismatique

placé derrière un objet cylindrique disposé sur un plan incliné, lequel corps est destiné à faire une *cale*.

Il est certain que ce rôle ne peut avoir lieu que si les deux surfaces qui se déplacent l'une sur l'autre sont maintenues au contact par des ligaments puissants. C'est ce qui se présente, ici; car, à mesure que l'extension se produit dans l'articulation du genou, on voit les ligaments latéraux se tendre de plus en plus, et les deux surfaces du tibia et du fémur se rapprochent. Or, il arrive un moment où le cartilage semi-lunaire, grâce à sa disposition anatomique, et aussi grâce à sa position à peu près fixe, qui est due à la tension des ligaments qui l'unissent aux parties voisines, se trouve serré entre les deux os, et saisi pour ainsi dire entre une surface plane et une surface cylindrique se déplaçant l'une sur l'autre.

Ce corps, interposé entre les deux surfaces, empêche donc tout, mouvement dans le sens de l'extension.

Ainsi, si les ligaments latéraux jouent un rôle important, en rapprochant les surfaces de mouvement à mesure que l'extension augmente, ils ont comme adjuvant la fixation du cartilage semi-lunaire entre les mêmes surfaces.

L'immobilisation absolue des ménisques dans l'extension complète, telle que je viens de l'énoncer, est du reste facile à démontrer. On n'a qu'à ouvrir largement l'articulation en avant, et à chercher à les déplacer au moyen d'une griffe solide ou avec une tige pointue enfoncée dans leur bord extérieur; on jugera de leur fixité absolue si la jambe est maintenue dans l'extension. Le mouvement d'extension se limitant d'une façon assez brusque, on comprend comment les fibro-cartilages peuvent produire des dépressions au niveau des surfaces sur lesquelles appuient leurs bases prismatiques.

D'après le mécanisme indiqué plus haut, les fibro-cartilages saisis entre deux surfaces lisses, et formant entre elles un angle ouvert en avant, devraient être projetés en avant, énucléés pour ainsi dire à chaque mouvement d'extension. Mais ces cartilages sont unis au tibia par des ligaments solides qui empêchent leur déplacement. Cependant, ne pourrait-on pas admettre que,

dans un mouvement brusque d'extension, les cartilages semi-lunaires, au moment où ils ont été saisis par les surfaces articulaires et chassés vers la périphérie, ne puissent rompre leurs attaches propres, et ainsi énucléés comme un noyau placé entre deux doigts, ne soient luxés en avant? On expliquerait ainsi leur luxation indiquée par A. Cowper.

Nous voyons donc que les rainures de la surface des condyles sont dues probablement au choc répété du bord des fibro-cartilages contre la surface cartilagineuse. Ces fibro-cartilages sont alors fixés par cette rainure, qu'ils se sont creusée eux-mêmes, ils ne peuvent pas la dépasser.

On peut admettre aussi que, grâce au changement de figure géométrique que j'ai indiqué plus haut, la saillie qui succède au cylindre condylien, et qui semble surajoutée pour supporter la zone rotulienne, joue également un rôle. Elle ne permet pas au cartilage de se déplacer dans ce sens.

Ainsi s'expliquerait facilement la différence qui existe dans le phénomène de l'hyperextension chez l'enfant et chez le vieillard.

Sur le premier, la limite de l'extension donne une sensation d'élasticité, et l'extension peut être forcée ; l'hyperextension exagérée chez le vieillard, au contraire, donne la sensation d'un arrêt brusque.

On voit combien nous sommes loin du mécanisme simple indiqué par les auteurs français, qui font jouer aux ligaments un rôle exclusif pour la limitation de l'extension du genou.

Ainsi, pour ne citer que l'ouvrage classique le plus moderne, nous voyons que M. Sappey (1) fait jouer ce rôle aux ligaments.

« Tous les ligaments périphériques se tendent ainsi que le ligament croisé antérieur. Seul le ligament croisé postérieur ne participe pas à la rigidité des autres liens articulaires ; cependant, lorsque l'extension est portée à son extrême limite, il se tend à son tour. »

Enfin, il suffit de réfléchir au rôle du genou dans l'extension

(1) T. I, 3e éd. 1876, p. 710.

de la jambe, lorsque celle-ci correspond à la position dite *position hanchée*, pour se rendre compte de l'utilité du mécanisme d'arrêt que je viens d'étudier.

Dans cette position, en effet, nous savons que la jambe qui supporte seule le poids du corps, est dans l'extension complète, et qu'elle peut conserver cette position pendant un temps très-long, sans que le genou éprouve une fatigue sérieuse.

La plupart des auteurs ont toujours admis que, si cette position était facile à supporter pendant longtemps, cela venait de ce que, au niveau du genou, les muscles ne jouant aucun rôle, les tissus fibreux inextensibles supportaient seuls le poids du corps. Les ligaments du genou suffisaient pour produire la limite de l'extension. Cependant, si on réfléchit à ce fait, que, d'après le mécanisme des auteurs, le genou serait toujours dans un état d'équilibre instable, puisque, d'après eux, les ligaments seuls empêchent le tibia de se porter en avant en roulant autour du cylindre condylien, on doit admettre que ces ligaments devraient toujours être tiraillés et finir par devenir douloureux.

Le mode de limitation de l'extension, tel que nous l'avons exposé précédemment, doit au contraire soulager beaucoup ces ligaments, en produisant un arrêt bien net, impossible à franchir tant que les ligaments sont intacts, et évitant ainsi l'équilibre instable dont je parlais.

En résumé : La surface cartilagineuse de l'extrémité inférieure du fémur est divisée en deux zones, l'une supérieure, correspondant à la rotule, l'autre inférieure, cylindrique, correspondant au tibia et aux fibro-cartilages semi-lunaires.

La rainure qui les sépare existe à peine dans l'enfance, augmente avec l'âge, devient très-nette chez l'adulte, et s'accentue tellement chez le vieillard, qu'elle peut arriver à simuler une lésion grave du cartilage, parce que ce dernier tend à disparaître en partie à son niveau.

Cette rainure ou dépression est double ; chaque condyle en possède une qui s'arrête au niveau de la grande échancrure inter-condylienne.

La cause anatomique de sa formation est la pression continuelle de la partie la plus épaisse du cartilage semi-lunaire correspondant.

Ces dépressions paraissent avoir pour rôle principal de limiter le mouvement d'extension de concert avec les ligaments, par le fait de la fixité qu'elles donnent au cartilage semi-lunaire, qu'elles reçoivent en partie. Grâce à cette disposition, le cartilage semi-lunaire remplit le rôle d'un coin pincé fortement entre deux surfaces arrondies qui se déplacent l'une sur l'autre.

Grâce aussi à ce rôle des cartilages semi-lunaires, l'action des ligaments qui limitent l'extension est amoindrie ; ils ne sont plus tiraillés continuellement, et la position qui correspond à l'extension jouit d'une plus grande fixité : ce rôle est surtout important dans la position dite hanchée.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Fig. 1. — Extrémité articulaire inférieure du fémur, munie de son cartilage, montrant les dépressions correspondantes à chacune des condyles.

Fig. 2. — Extrémité articulaire inférieure du fémur sans cartilage, prise sur un os préparé. Dépressions semblables aux précédentes.

ÉTUDE

SUR

LES LYMPHATIQUES DE LA PEAU

Par les Drs George et Frances Elisabeth **HOGGAN**
de Londres

(PLANCHES V ET VI.)

En présentant les résultats de nos recherches personnelles sur les lymphatiques de la peau, nous croyons pouvoir nous dispenser d'en donner l'historique. Les journaux et les écrits périodiques fourmillent de renseignements bibliographiques sur toutes les questions anatomiques et médicales du jour, et ceux qui désirent se rendre compte des lacunes laissées dans nos connaissances à l'égard des lymphatiques cutanés, n'ont qu'à parcourir les manuels d'anatomie, tandis que ceux qui désirent connaître les recherches qui ont été faites pendant le siècle actuel, consulteront avec fruit les ouvrages de Breschet, Teichmann, Sappey, Neumann, etc.

Pour bien comprendre les causes de la distribution complexe et irrégulière en apparence des lymphatiques dans toute l'épaisseur de la peau de l'homme, il faut étudier d'une manière toute spéciale la disposition et le développement général des lymphatiques cutanés chez les petits mammifères, où l'on peut mieux voir et comprendre les causes qui font passer un plexus de vaisseaux situés sur un seul plan à l'état de vaisseaux distribués en deux catégories, dans deux plans différents. Les uns et les autres ont, il est vrai, des communications entre eux; mais ils méritent, à cause de leur nombre et de leur importance, d'être étudiés séparément, et on peut les appeler, d'après leurs fonctions et leur position les uns par rapport aux autres :

1° lymphatiques dermiques ou collecteurs; 2° lymphatiques hypodermiques ou efférents.

Si, au moyen d'une modification ou plutôt d'une combinaison des méthodes au chlorure d'or et au nitrate d'argent, on prépare la surface hypodermique de la peau d'un petit mammifère à terme ou aussi longtemps que possible avant la naissance, on trouve la totalité des lymphatiques sur un seul plan au niveau de la surface hypodermique. Chez quelques espèces, ces lymphatiques présentent un calibre et une étendue énormes, et ils semblent occuper à certains endroits presque la moitié de la surface hypodermique, comme cela se voit (pl. V, fig. 1) dans une préparation provenant de la peau du ventre d'un rat nouveau-né. En examinant cette préparation, on est frappé de la ressemblance qu'offre cette couche étendue de lymphatiques avec les sacs lymphatiques sous-cutanés des batraciens.

On trouve même chez le crapaud, et plus facilement chez les sujets âgés, les parois cutanées et musculaires opposées du sac lymphatique réunies ensemble par des adhérences ou par des trabécules qui s'étendent d'un côté du sac à l'autre en en divisant en plusieurs compartiments la cavité. Si l'on examine ces trabécules après les avoir traitées préalablement par le nitrate d'argent, on voit qu'elles sont tapissées du même endothélium à cellules crénelées que la cavité principale. Ces trabécules, souvent fort nombreuses, d'une épaisseur et d'une étendue considérables, paraissent diviser le sac lymphatique primitif en des espaces lymphatiques dont la disposition labyrinthiforme rappelle ce que nous venons d'observer chez le rat; et la comparaison entre ces deux espèces éloignées sert à rendre très-évidentes l'homologie et l'analogie qui existent entre la disposition des lymphatiques cutanés chez le batracien et le mammifère à l'état fétal et primitif.

Les changements qui s'opèrent plus tard dans les mammifères, et qui portent sur la distribution et sur l'arrangement des lymphatiques de la peau, proviennent de deux causes principales. La première peut être étudiée chez le fœtus pendant que la peau mince s'épaissit par l'interposition entre ses parties de tissu

gélatineux, aussi bien que d'autres tissus, interposition qui a pour effet de refouler une partie considérable des lymphatiques, les lymphatiques dermiques ou collecteurs, vers la surface épidermique, et d'en refouler vers la surface opposée ou hypodermique une autre partie, les lymphatiques hypodermiques ou efférents, qui portent vers le centre du système la lymphe rassemblée par les lymphatiques dermiques. Ces deux groupes sont, comme nous l'avons déjà dit, reliés ensemble par des branches de communication qui passent dans une direction oblique de l'un à l'autre groupe.

Cette première modification a pour effet principal de séparer les lymphatiques cutanés, et de les diviser dans les deux catégories que nous avons déjà appris à connaître. La distribution irrégulière qui s'y montre plus tard, et qui se fait surtout remarquer dans la division dermique, provient évidemment de la pression exercée sur les lymphatiques par les appendices de la peau, glandes sébacées, poils, muscles, etc., en voie de développement, pression qui se fait sentir jusqu'au complet développement de ces parties chez l'animal adulte, et qui finit par écarter les lymphatiques et leur faire prendre une déviation plus ou moins prononcée. Il ne faut pas oublier qu'une formation nouvelle de lymphatiques a incessamment lieu, surtout vers l'extrémité périphérique du système, c'est-à-dire dans la peau, de même qu'il y a une formation nouvelle de vaisseaux sanguins; mais cette formation nouvelle n'influe point d'une manière sensible sur le processus que nous sommes en train d'étudier.

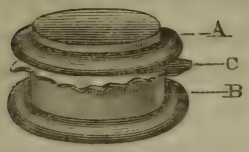
Les deux causes principales de distribution irrégulière des lymphatiques que nous venons d'énumérer, n'ont point une influence égale chez des animaux appartenant à des classes différentes. Dans certaines classes, nous trouvons plus actives l'une de ces deux causes de déviation, tandis que dans d'autres classes c'est l'autre cause qui prédomine ; de sorte que, pour bien comprendre l'importance des rôles joués par toutes deux, nous devons les étudier séparément chez des espèces où l'une d'entre elles agit d'une manière presque exclusive.

Dans la peau du rat, par exemple, on trouve que c'est surtout l'interposition du tissu gélatineux qui fait dévier d'un plan unique les lymphatiques, tout en leur faisant prendre dans l'épaisseur augmentée de la peau une distribution fort irrégulière, tandis que le développement des poils de haut en bas agit pour la plupart sur les lymphatiques pris individuellement, en leur faisant prendre une courbe en forme de croissant là où le follicule pileux les déplace, tout en n'apportant que peu de changements à la distribution générale du plexus des lymphatiques dermiques.

Pour bien démontrer cette disposition, on prend la peau d'un petit rat à terme, en ayant soin qu'elle soit dépourvue de graisse, ce qui, du reste, est la condition presque constante que l'on trouve à l'époque de la naissance. Chez tous les animaux, tant jeunes qu'adultes, la maigreur est une condition indispensable pour quiconque veut démontrer les lymphatiques; car ceux-là mêmes qui sont le mieux développés et que l'on démontre le plus facilement, tels que les lymphatiques hypodermiques, ne peuvent être aperçus chez des sujets gras, parce que les cellules adipeuses qui entourent généralement les lymphatiques empêchent ceux-ci de donner avec l'argent la réaction qui permet de les distinguer.

En enlevant la peau de l'animal peu de temps après la mort, il est bon de commencer par faire une incision le long de la ligne médiane antérieure et de tirer du museau vers la queue. Si l'on fait attention, après avoir détaché la peau de la tête, où il n'existe point de muscle peaucier, on peut obtenir la peau tout entière sans sa couche musculaire, dont il faut d'ailleurs absolument la séparer, autrement elle cache l'un des deux plans de lymphatiques. Si par malheur on ne réussit pas à s'en défaire pendant que l'on enlève la peau, il faudra plus tard l'en arracher au moyen d'une pince à mors fins, ce qui est toujours ennuyeux, et ce qui souvent ne donne pas des résultats heureux. La peau enlevée, on la tend, en maintenant en bas la surface profonde, que l'on a soin de ne point toucher avec les doigts, sur l'anneau inférieur de notre petit appareil histolo-

gique, qui consiste en deux anneaux de caoutchouc vulcanisé, que nous avons imaginé dans le but de faciliter l'application des réactifs aux membranes et à la peau. Le second anneau est alors fermement appliqué sur le premier, et nous possédons ainsi une espèce de tambour dont la peau tendue entre les anneaux forme le tympan.



A anneau supérieur.
B anneau inférieur.
C membrane entre les deux.

Dans l'intérieur de ce tambour, ou, autrement dit, à la surface hypodermique de la peau que l'on n'a point encore lavée, on verse une solution d'argent au demi-centième dans de l'eau distillée, et on l'y laisse en moyenne trente secondes; puis on la jette, on lave le tambour avec de l'eau distillée, et on y verse aussitôt une solution de chlorure d'or au demi-centième dans de l'eau distillée, que l'on y laisse séjourner trente secondes. Puis on lave de nouveau le tambour tout entier, on l'expose pendant peu de temps à une lumière diffuse, et alors on peut examiner la préparation. Bien entendu, si l'on n'a pas réussi à séparer le muscle peaucier de la peau au moment de l'enlever à l'animal, on ne doit essayer de le détacher avec une pince qu'après avoir tendu la peau entre les anneaux.

Après avoir appliqué au besoin tous les réactifs, sans toucher à la surface opposée ou épidermique de la peau, on la peut facilement raser s'il y a beaucoup de poils; si le sujet n'a pas de poils ou si, à cause de l'âge peu avancé, les poils n'ont pas encore poussé, il est bon de détacher l'épiderme en une seule couche, ce que l'on peut faire sans peine, en ne laissant qu'une membrane très-mince que l'on se met aussitôt à étudier. On l'éclaircit d'abord au moyen de la glycérine, et on l'examine sur place, ou bien on la monte comme une préparation permanente. Il ne faut cependant jamais faire l'excision d'une membrane avant que le liquide éclaircissant y ait bien pénétré, sous peine de la voir se rétrécir et se déformer, et, règle générale, on doit éviter l'emploi de l'acide acétique.

Si maintenant on examine la préparation par l'une ou

l'autre surface, on trouve la totalité des lymphatiques de la peau sur un seul plan (voy. fig. 1, pl. V), et les follicules pileux *b* commencent à exercer une pression sur quelques-uns de ces lymphatiques. Comme ces follicules n'étaient pas très-distincts sur nos préparations, nous les avons entourés en les dessinant d'un cercle noir pour mieux les distinguer. Enfin nos préparations étaient teintes à l'hématoxyline, afin de bien accentuer les noyaux de l'endothélium crénelé qui constitue uniquement la paroi du lymphatique.

Si le petit rat qui fournit la préparation appartient à une portée nombreuse, il sera bon d'en sacrifier un soit tous les jours, soit à des intervalles de douze heures, à partir de la naissance, et d'en préparer la peau de la même manière, pour montrer les progrès journaliers qui finissent par amener la séparation des lymphatiques dermiques d'avec les lymphatiques hypodermiques. Au bout de cinq à six jours, on trouvera probablement que le développement du tissu gélatineux a tellement fait de progrès, et que la séparation des deux catégories de lymphatiques est si complète, qu'il est devenu presque impossible de démontrer les vaisseaux dermiques en traitant la surface hypodermique, et qu'on les découvre plus facilement en appliquant les réactifs à la surface épidermique. En ce cas, on doit laisser la couche musculaire souscutanée attachée à la peau jusqu'à ce que la préparation soit prête à être enlevée et montée. Avant d'appliquer les différents réactifs, il faut ôter, au moyen d'un scalpel tranchant, les cellules épidermiques extérieures, afin de laisser les réactifs pénétrer dans le derme pour y agir sur les lymphatiques et sur les autres parties qu'il renferme.

On peut même quelquefois, si l'animal est très-maigre, démontrer les lymphatiques hypodermiques également en opérant du côté épidermique. (Voy. pl. V, fig. 3 et 4.) Il serait trop long d'énumérer les changements journaliers que l'on peut observer, de sorte que nous nous contenterons de figurer un seul spécimen obtenu en traitant la surface épidermique chez un rat âgé de six semaines, (figure 4) ; il montre les lymphatiques dermiques et leurs relations avec les follicules pileux, tandis

que la figure 3 montre les communications des lymphatiques efférents ou hypodermiques avec les lymphatiques afférents ou dermiques. On fera bien d'injecter préalablement les vaisseaux sanguins avec du carmin ; mais il faut s'attendre à ce que le carmin se décolore par l'action de l'argent, et se tenir sur ses gardes contre des conclusions erronées qui pourraient résulter de la coloration blanche des vaisseaux sanguins. Il nous est arrivé, dans le temps, à nous-même, de nous y méprendre, car l'argent fait voir parfois un élégant plexus de vaisseaux blancs qui ressemblent aux lymphatiques immédiatement au-dessous de l'épiderme, là où l'on pouvait croire que tous les vaisseaux sanguins étaient injectés en rouge. Trompé par cette blancheur inattendue, nous avons autrefois décrit ces vaisseaux blancs comme des lymphatiques sous-épidermiques en continuité avec les grands sinus lymphatiques, induit en erreur comme nous l'étions par une autre illusion inhérente à l'emploi de la méthode de l'argent. En effet, dans la peau de l'homme, cette même méthode peut produire encore une autre cause d'erreur. Les faisceaux nerveux y offrent une disposition semblable à celle du plexus vasculaire chez le rat, ce qui trompe facilement et ce qui paraît confirmer l'erreur première, d'autant plus que l'endothélium sur les nerfs et sur les vaisseaux se laisse difficilement distinguer. Nous rappelons ces erreurs, que nous avons faites, pour empêcher que d'autres ne tombent dans le même piége.

Dans la préparation de peau de rat (fig. 4, pl. V), on peut voir qu'en général il ne se trouve qu'un lymphatique dermique principal entre les lignes irrégulières de poils, où les poils se présentent soit seuls, soit en groupes de deux à six. La disposition des poils varie d'ailleurs d'une espèce à l'autre, ce qui modifie considérablement la disposition des faisceaux dermiques. Ainsi, chez la taupe, le loir et le rat, des poils non réunis en groupes sont distribués sur tout le corps ; le hérisson offre sur le ventre une disposition en groupes rapprochés les uns des autres, mais non en séries alignées, tandis que chez l'homme les poils sont relativement trop rares pour produire un effet

quelconque sur la disposition des vaisseaux dermiques. Là où les lymphatiques principaux sont disposés en lignes parallèles, chez le rat ou chez le cochon d'Inde, on les trouve reliés ensemble par des branches transversales formant des mailles qui constituent, chez les animaux que nous avons jusqu'ici étudiés, un caractère commun.

Nous prévenons ceux qui désirent étudier les différentes phases du développement des lymphatiques que nous venons de décrire chez le rat, qu'ils ne doivent jamais mêler les petits appartenant à deux portées différentes, parce que le degré de développement des rats nouveau-nés varie d'une portée à l'autre. Il paraîtrait que certaines mères possèdent la faculté d'avancer ou de retarder l'époque de mettre bas leurs petits, selon qu'elles trouvent l'occasion de se faire un nid. Si on les tient enfermées avec d'autres rats jusqu'au terme accompli, elles retardent l'acte de l'accouchement le plus longtemps possible, de sorte que chez une portée de rats, à l'époque de la naissance, on a quelquefois de la peine à reconnaître les follicules pileux, tandis que chez des rats appartenant à une autre portée et nés le même jour, on trouve des poils assez considérables, qui ont déjà traversé l'épiderme. Nous appelons l'attention sur ce point de détail, pour empêcher l'erreur qui consisterait à considérer la condition des lymphatiques comme une quantité fixe à l'époque de la naissance.

Pour compléter notre description des lymphatiques de la peau du rat, nous y joignons un dessin des lymphatiques hypodermiques de la portion supérieure de la peau de la tête chez un rat adulte (fig. 2, pl. V), qui montre spécialement les nombreuses branches de communication qui les relient les uns aux autres, communication qu'il est impossible de démontrer par la méthode des injections, à cause des valvules qui existent à chaque anastomose. L'injection parcourt toujours le trajet le plus direct vers le centre du système ; et ainsi les lymphatiques efférents apparaissent dans des préparations injectées comme des ruisseaux parallèles qui reçoivent bien d'autres ruisseaux tributaires, mais qui ne montrent aucune des communications transver-

sales ou des anastomoses entre eux que la méthode de l'argent ne manque pas d'y faire voir, ce qui la rend immensément supérieure à la méthode des injections, jusqu'ici trop exclusivement suivie. La relation des lymphatiques efférents avec les poils et avec les vaisseaux sanguins s'y voit aussi ; et il est intéressant de remarquer que, dans cette préparation, les canaux sanguins et les lymphatiques ne montrent point de parallélisme, tandis que dans d'autres cas on trouve un parallélisme bien marqué; toutefois, l'absence de parallélisme est la règle générale ; et comme les nerfs accompagnent le plus souvent les vaisseaux sanguins, leur rapport avec les lymphatiques ne diffère point de celui des vaissaux sanguins. Toutefois, pour éviter la confusion, nous n'avons pas reproduit sur nos dessins les faisceaux de nerfs qui accompagnent les vaisseaux sanguins principaux. On verra que, comme on aurait pu le prévoir, les poils et les autres appendices de la peau n'exercent aucune influence sur la disposition des lymphatiques hypodermiques, et ce qui est vrai des lymphatiques hypodermiques d'une espèce de mammifère l'est également de toutes les autres espèces. C'est pourquoi nous croyons inutile de les figurer ailleurs que chez le rat adulte, bien que nous en possédions plus d'une douzaine de dessins provenant d'autant d'espèces différentes de mammifères.

Les lymphatiques hypodermiques semblent avoir des parois plus indépendantes des tissus voisins que celles des lymphatiques dermiques. La surface hypodermique de la peau présente pour ainsi dire des sillons qui la découpent en tous sens, et dans ces sillons ouverts sur la face hypodermique, les lymphatiques semblent s'être rétrécis de façon qu'après la mort ils paraissent ne plus occuper tout le sillon qui les contient. Ce rétrécissement est si bien marqué chez certains animaux relativement dépourvus de graisse, comme la taupe, que la position de tous les lymphatiques hypodermiques peut être tracée à l'œil nu sur la peau tendue entre nos anneaux histologiques, avant même l'application des réactifs, en suivant les lignes déprimées qui indiquent les sillons dans lesquels ils se trouvent disposés.

Nous reproduisons deux cercles (pl. VI, fig. 1 et 2) qui représentent, l'un les vaisseaux dermiques, l'autre les vaisseaux hypodermiques sous un fort grossissement, dans le but de montrer les particularités de leur épithélium et d'autres encore sur lesquelles nous reviendrons plus tard. Avant de le faire, nous allons prendre un animal d'un autre type, tel que le hérisson, chez lequel les appendices de la peau et non la disposition du tissu gélatineux jouent le rôle principal pour produire la distribution irrégulière des lymphatiques dermiques. Cet animal nous servira de type pour étudier la disposition opposée à celle que nous avons trouvée chez le rat.

Chez le hérisson, le développement et la distribution du tissu gélatineux ne paraissent point subir des modifications importantes en passant de l'état fétal à l'état adulte ; car, même dans les sujets les plus agés, on peut facilement démontrer coexistants dans le même plan, ou séparés seulement par une couche très-mince de tissu gélatineux transparent, qui gêne peu pour la démonstration, les lymphatiques dermiques et hypodermiques. D'un autre côté, les changements dans la disposition des lymphatiques dermiques, dus à l'énorme développement de l'appareil pileux et des autres appendices de la peau, sont considérables et très-bien marqués. Le rôle prépondérant de ces annexes dans la peau de cet animal justifie le choix que nous en avons fait comme type propre à demontrer leur influence. Aussi peut-il servir à décider des questions qui resteraient longtemps incertaines et qui provoqueraient de longues discussions, si on voulait les étudier sur d'autres animaux, par exemple sur l'homme, où il serait beaucoup plus difficile de se faire une opinion arrêtée sur la relation des lymphatiques avec certains éléments ou certains appendices de la peau.

Pour étudier la condition des lymphatiques cutanés chez le hérisson, il faut prendre un morceau de peau de la ligne médiane du ventre, où les groupes de poils fins très-serrés placés à de grands intervalles occupent la position des épines que l'on connaît et qui se trouvent dans d'autres parties de la peau de l'animal en question. On fera bien de couper un large morceau en partant

de la ligne médiane, de façon à y inclure une portion de la région épineuse; et pour cette même raison on doit employer, pour tendre la peau, de grands anneaux, afin de pouvoir tracer dans la même préparation les modifications qu'éprouvent les lymphatiques en passant de la région des poils dans la région des épines. Grâce à l'épaisseur et au développement considérable du muscle peaucier chez le hérisson, on parvient à le séparer sans difficulté de la peau, ce qui n'arrive point chez les mammifères plus petits, à l'exception toutefois de la taupe, et on obtient ainsi une surface hypodermique dans un état de netteté qui permet d'y appliquer les réactifs d'or et d'argent exactement de la même manière que nous l'avons décrit pour le rat.

Un morceau de peau d'un hérisson jeune ou adulte ayant été préalablement préparé, nous devons d'abord y étudier la distribution des poils et de leurs appendices, afin de nous rendre compte de leur action modificatrice sur la distribution des lymphatiques dermiques. Comme nous avons déjà fait observer, les épines qui croissent sur le dos du hérisson y sont remplacées sur le ventre par des groupes de dix à vingt poils courts et roides tellement serrés qu'il n'existe point d'intervalles sensibles entre les poils, dont chacun est entouré de sa glande sébacée volumineuse et de son muscle pileux. Au milieu de ces parties se ramifient des plexus de nerfs et de vaisseaux sanguins, sans cependant qu'il y entre aucun lymphatique.

Si l'on examine ces groupes par la surface épidermique, où il est toujours facile et parfois indispensable d'appliquer les réactifs, on trouve que l'ensemble de follicules, glandes, etc., forme une espèce de monticule allongé dont la base est tournée vers la surface interne de la peau, et dont le sommet relativement large et aplati se trouve en regard de la surface épidermique. Les monticules sont séparés par de grands intervalles de tissu gélatineux transparent, sur lequel on trouve des nerfs et des vaisseaux sanguins ainsi que tous les lymphatiques dermiques chez l'animal adulte, où ils ont été pour ainsi dire écartés peu à peu de leur position première et refoulés dans les dépressions qui séparent les monticules. Sur les flancs

de ceux-ci rampent, semblables à des sangsues, de larges vaisseaux ou des sinus lymphatiques dilatés ; mais, quoiqu'ils atteignent le sommet des monticules, ils n'en dépassent jamais le bord ; arrivés au sommet, ils finissent tout court ou bien ils se replient en arrière. Nous avons représenté (fig. 3, pl. VI) un de ces groupes irréguliers de lymphatiques chez un jeune hérisson, où le processus d'écartement n'est pas encore achevé. Il est nécessaire de se servir d'un microscope binoculaire afin d'apprécier à l'aide de la perspective la position rampante des lymphatiques dans des préparations provenant de sujets adultes. A en juger d'après la position des lymphatiques, on dirait que, quoique les appendices des poils partent de l'épiderme et prennent une direction descendante, néanmoins leur développement principal a eu lieu au-dessous du niveau des lymphatiques, où agissait la force qui a fait dévier ceux-ci de leur direction primitive.

Dans nos préparations, on croirait voir des lymphatiques fins qui semblent être en continuité avec les larges sinus lymphatiques sur les flancs des monticules, et qui passent par-dessus ceux-ci, pour se ramifier au milieu d'eux au dessous de l'épiderme. Une étude plus attentive montre cependant que ces lymphatiques supposés, ne sont autre chose que des vaisseaux sanguins qui, grâce à un défaut inhérent à la méthode de l'argent, ont l'air d'être des rameaux lymphatiques. Voici l'explication de cette apparence : Lorsqu'on traite par une solution d'argent des vaisseaux, des nerfs ou des lymphatiques situés dans un tissu gélatineux, les espaces occupés par ces organes paraissent en blanc, ce qui fait que, lorsque des vaisseaux s'entre-croisent, ils présentent des apparences de continuité. Du reste, en se servant d'un microscope binoculaire, on peut toujours éviter d'être ainsi induit en erreur.

La manière dont sont groupés les lymphatiques nombreux qui se trouvent chez le hérisson dans les espaces séparant les grands monticules composés de poils, sans cependant jamais y pénétrer, est un exemple frappant de l'influence modificatrice qu'exerce le développement des appendices de la peau sur la dis-

position et sur la régularité des lymphatiques, et c'est en même temps une démonstration qu'il n'entre de lymphatiques, ni dans les poils, ni dans les muscles pileux, ni dans les glandes sébacées ; car les poils situés au centre des monticules, avec leurs appendices, sont loin des lymphatiques les plus rapprochés, comme nous l'avons déjà dit. On peut conclure qu'il en est de même pour la peau de l'homme, laquelle, sans cette preuve tirée de l'anatomie comparée, pourrait donner lieu à des discussions ; car l'on y trouve généralement le poil et ses appendices entourés de lymphatiques superficiels, qui y forment un réseau d'où descendent dans une direction oblique des rameaux qui passent très-près d'une partie quelconque de l'appareil pileux. Souvent même un de ces vaisseaux, ou même plusieurs, descendent en traversant l'espace triangulaire formé par le poil, le muscle pileux et l'épiderme. Or, vu l'épaisseur d'une coupe qui passerait par l'ensemble de ces organes dans la peau de l'homme et l'opacité qui en résulterait, opacité fort gênante pour l'étude des relations de l'appareil pileux avec les lymphatiques, on pourrait rester indécis de savoir si cet appareil reçoit oui ou non des lymphatiques propres, sans la lumière que jette sur cette question l'état de ces mêmes parties dans la peau du hérisson. Chez cet animal, on peut également démontrer d'une manière très-satisfaisante les relations de la glande sudoripare avec les lymphatiques, et l'étude de ces relations permet d'affirmer que, chez l'homme, la glande sudoripare ne possède point des lymphatiques propres. De même que pour l'appareil pileux, l'étude des relations minutieuses de la glande sudoripare, présente chez l'homme de très-grandes difficultés, parce que ses dimensions considérables rendent presque impossible d'obtenir des coupes qui montrent tout l'entourage de la glande en restant assez transparentes pour permettre d'en observer toutes les relations anatomiques. Chez le hérisson, cette difficulté n'existe point ; et nous présentons un dessin (fig. 4), fait d'après une préparation qui montre fort bien les relations d'une glande sudoripare, relativement fort grande, avec les lymphatiques environnants : on verra sans peine que, bien qu'elle soit complétement entourée à l'ex-

térieur de grands sinus lymphatiques, où l'endothélium crénelé est extraordinairement distinct, il n'y a point de communications entre ces lymphatiques et ce que l'on peut appeler la capsule du glomérule. Dans nos préparations du hérisson jeune, on peut voir la glande en voie de développement avant qu'elle ait commencé à former le glomérule, et à cette époque-là, elle est située au milieu des lymphatiques, qui n'ont encore subi aucune déviation; mais à mesure que le glomérule se forme, les lymphatiques s'écartent pour lui faire place, et ils présentent dans la suite les apparences que nous montre la figure 4, planche VI.

Nous ne savons si on doit attribuer à la faculté que cet animal possède de s'enrouler en peloton le fait que ses lymphatiques dermiques sont énormes, si on les compare avec ceux d'autres animaux. L'endothélium crénelé, qui en forme à lui seul la paroi, est rendu en général trés-évident par la méthode de l'argent ; et pour ces raisons, nous recommandons cet animal d'une manière toute spéciale, comme celui que doivent de préférence employer ceux qui désirent pousser plus loin l'étude anatomique des lymphatiques et de leur endothélium.

On rencontre souvent des affirmations à propos des prétendues gaînes lymphatiques des nerfs, et il sera peut-être bon que nous donnions les résultats de nos observations à ce sujet. Nous avons trouvé que l'endothélium découvert par Hoyer immédiatement autour des faisceaux nerveux, est généralement bien marqué dans nos préparations ; en certains endroits, on peut même observer des déchirures dans cet endothélium qui exposent à l'action de l'argent les nerfs qui se trouvent immédiatement au-dessous de celui-ci ; cependant nous n'avons jamais rien observé qui pût confirmer la théorie des gaînes lymphatiques des nerfs, et nous sommes par conséquent porté à contester à ces gaînes une existence réelle. Nous n'avons jamais vu non plus aucun lymphatique pénétrer dans un faisceau nerveux, et nous ne croyons point à leur existence dans les minces faisceaux nerveux qui se ramifient dans les tissus. Il est possible qu'ils pénètrent dans des nerfs, tels que le sciatique et le pneumogas-

trique des grands mammifères ; mais ils y existent dans des conditions exceptionnelles, si toutefois ils existent. La règle générale, c'est que les nerfs ne reçoivent point des lymphatiques qui leur soient propres ou qui les pénètrent ; aussi nos nombreuses recherches ne nous ont-elles fourni aucun exemple de ce genre.

La peau des petits mammifères ne possédant point des papilles sensibles, on ne peut discuter si, chez eux, les papilles sont pourvues de lymphatiques; mais nos recherches sur la peau de l'homme ne nous en ont point montré dans les papilles à l'état de santé; toutefois, dans certains états pathologiques, ils semblent, en effet, pénétrer dans ces papilles.

Pour nous résumer, ni les glandes, ni les conduits sudoripares, ni les follicules pileux, ni les muscles, ni les nerfs de la peau ne possèdent des lymphatiques spéciaux, c'est-à-dire qu'il n'existe point à leur intérieur de fins lymphatiques qui leur soient propres et qui les mettent en relation avec les lymphatiques plus volumineux. Nous insistons sur ce point : il doit rester entendu que la distribution irrégulière des lymphatiques dans la peau, par suite des deux causes principales que nous venons de signaler, n'est point en quelque sorte originelle. Différant en cela des nerfs et des vaisseaux sanguins, les lymphatiques ne se dirigent pas vers des terminaisons ou vers des organes spéciaux, et leur distribution irrégulière provient uniquement du déplacement causé par le développement d'autres parties. Ils ressemblent à de grands égouts creusés au hasard pour le drainage général des tissus contigus, drainage qui ne s'effectue point au moyen de canalicules spéciaux, les prétendus *vasa serosa*, mais bien par suite du passage à travers les parois des lymphatiques de l'excès des liquides exsudé par les vaisseaux sanguins qui baignent les tissus circonvoisins.

Pendant que les deux espèces chez lesquelles nous avons décrit les influences qui déterminent la distribution irrégulière des lymphatiques de la peau, peuvent être prises comme des types rencontrés plus ou moins chez tous les animaux, on trouve aussi chez l'homme des modifications dues à d'autres causes. Par exemple, une peau épaisse cause des irrégula-

rités extrêmes des lymphatiques dermiques, qui présentent alors un plexus traversant l'épaisseur tout entière de la peau, mais laissant dans le même plan, comme chez d'autres animaux, les lymphatiques hypodermiques ou efférents. Ainsi, en parlant des lymphatiques profonds et superficiels propres au derme de l'homme, il faut s'entendre et savoir qu'il ne s'agit pas ici de plans séparés de vaisseaux, comme le croyait Breschet, etc., et comme des histologistes plus récents, sans nous excepter nous même, les ont décrits. Il est fort probable que, dans toutes ces descriptions, le plexus superficiel de vaisseaux sanguins a été confondu avec les lymphatiques, bien que des méthodes variées de préparation aient été employées.

Nous possédons des préparations de la portion du plexus dermique compris dans l'épaisseur de la peau ; et à l'appui de ce que nous venons de dire, nous avons observé que, dans certaines maladies qui s'accompagnent d'atrophie de la peau, les lymphatiques dermiques rentrent pour ainsi dire dans un plan unique par l'effet de l'absorption du tissu gélatineux interstitiel, dont le développement les avait d'abord refoulés dans plusieurs plans différents. Nous avons constaté, chez un malade mort dans un état fort avancé de la lèpre orientale, que la peau était devenue extrêmement mince et que les lymphatiques étaient, pour ainsi dire, ramenés, par l'effet de l'absorption du tissu cellulaire, à un plan unique.

Nous n'avons trouvé nulle part dans la peau d'éléments musculaires sur les lymphatiques; nous n'y avons trouvé que l'endothélium crénelé propre aux lymphatiques, que nous avons toujours exigé dans nos préparations comme signe caractéristique. Nous regardons même cet endothélium avec sa forme de cellule particulière comme une adaptation spéciale pour donner, seul et sans l'aide d'autres tissus, de la force aux parois des lymphatiques; nous voyons aussi dans ses contours crénelés un moyen de donner à ses bords une surface d'adhésion plus étendue, tandis que le mécanisme de son enchevêtrement y ajoute encore un élément de force considérable.

Dans aucune partie du corps, on ne peut démontrer mieux

que dans la peau que les hypothèses attribuant aux cellules conjonctives ou aux cavités qui les renferment le rôle de radicules lymphatiques sont erronées ; et l'on verra d'après nos préparations que, tandis que les cellules en question se trouvent en grand nombre auprès des vaisseaux sanguins et en relation intime avec eux, ils ne sont presque jamais en continuité avec les lymphatiques. Dans nos recherches antérieures, nous avions admis leur existence comme radicules à titre d'hypothèse; nous leur nions actuellement, sans crainte d'être démenti, la fonction de radicules lymphatiques. Nous avions observé que les cellules dites du tissu conjonctif existaient très-abondamment en continuité avec les lymphatiques dans les tendons, où les capillaires sanguins sont soit peu nombreux, soit entièrement absents; et nous avons émis l'hypothèse que ces cellules du tissu conjonctif ou les cavités qui les renfermaient n'étaient autre chose que des canaux nutritifs, là où les canaux sanguins faisaient défaut. C'est ce que nous croyons aujourd'hui fermement, et nous pourrions démontrer que là où les canaux sanguins existent, ces cellules, qui ont été autrefois considérées comme radicules lymphatiques, ne se rattachent qu'aux canaux sanguins et n'ont point de connexion avec les lymphatiques qui les avoisinent.

Nous pourrions même aller plus loin et faire voir que, de même que, dans certains genres de tendons dépourvus de vaisseaux sanguins, tels que le centre phrénique chez la souris, et dans la cornée des mammifères, on trouve un réseau bien développé de cellules étoilées ; de même, dans la peau des vertébrés inférieurs, par exemple dans la portion gélatineuse de la peau des batraciens et des poissons, nous trouvons des cellules étoilées ou ramifiées aussi régulièrement placées et aussi bien définies que dans la cornée des mammifères. Or, comme les vaisseaux sanguins et les lymphatiques font presque entièrement défaut dans les couches où sont disposées ces cellules, il est évident que celles-ci remplissent à elles seules la fonction de pourvoir à la nutrition des parties où elles se trouvent. Nous reproduisons un dessin (fig. 5 et 6, pl. VI) qui

fait voir les cellules en question chez la grenouille et chez la truite, et nous croyons être le premier à les y signaler. Nous ferons observer que l'endothélium des sacs lymphatiques des batraciens est représenté, en ce qui concerne la truite, par des portions d'endothélium des espaces lymphatiques dont la peau est creusée; et si nous ajoutons que l'on peut facilement démontrer à la face interne de la peau des oiseaux un endothélium régulier et élégant, il n'en faut pas davantage pour compléter la série ascendante jusqu'aux lymphatiques tels que nous les avons trouvés chez le fœtus des mammifères. Dans la peau des mammifères, comme par exemple dans la peau de rat, sur laquelle nous avons déjà appelé votre attention (fig. 2, pl. VI), on voit des cellules étoilées tout aussi bien formées que dans la cornée; mais le développement centripète des poils, des glandes et des autres organes de la peau y a apporté de tels changements que toute apparence de couches ou de plans a disparu. Le développement subséquent du système sanguin dans tout le derme, rend impossible et superflue dans la peau des mammifères la disposition régulière des cellules étoilées que l'on trouve dans la peau des vertébrés inférieurs ou dans la cornée des mammifères.

Quoique le plexus de vaisseaux sous-épidermiques pourvus de fibres et de cellules nerveuses, que nous avons autrefois décrit comme un plexus lymphatique, ne soit autre chose qu'un plexus de vaisseaux sanguins, nous nous bornons à signaler l'erreur que nous avions commise, sans nous prononcer sur la question de savoir si les lymphatiques reçoivent oui ou non des nerfs. Nous n'avons même pas trouvé de muscles sur les lymphatiques de la peau; mais nous sommes à même de montrer dans le mésentère des petits mammifères une couche très-bien marquée de muscles lisses, reposant sur l'endothélium crénelé des lymphatiques. Il est certain que de tels muscles possèdent des nerfs, mais jusqu'où les accompagnent-ils? Nous n'affirmons encore rien au sujet de l'existence de nerfs sur les lymphatiques de la peau; toutefois, nous avons pu constater que dans la lèpre, où la destruction des nerfs amène une dilatation

considérable des vaisseaux sanguins, les lymphatiques subissent également une dilatation, et les ampoules formées par les valvules deviennent quelquefois énormes, même immédiatement au-dessous de l'épiderme.

En terminant notre mémoire, il sera peut-être utile de formuler les conclusions que nos recherches nous permettent de tirer du développement comparé de la peau.

1° Les lymphatiques de la peau s'offrent, chez le fœtus des mammifères, disposés sur un seul plan ; mais, plus tard, l'interposition du tissu cellulaire d'un côté, et le développement des poils et des autres appendices de la peau de l'autre côté, refoulent les lymphatiques dans des plans nombreux, et rendent leur distribution fort irrégulière.

2° Chez l'homme adulte, les lymphatiques cutanés, tous pourvus de valvules, sont divisés en deux catégories : les lymphatiques collecteurs ou dermiques, qui sont distribués dans des plans nombreux dans l'épaisseur du derme, et les lymphatiques hypodermiques ou effèrents, qui sont disposés en un seul plan à la surface hypodermique de la peau.

3° Les cellules étoilées de la peau de l'homme ne sont point des radicules lymphatiques, mais bien un reste d'une disposition primitive qui subsiste encore dans la classe des poissons et chez la grenouille, où des couches de cellules semblables, en connexion avec le système sanguin, paraissent servir à la nutrition des parties ou dépourvues de vaisseaux, comme cela se fait aussi du reste dans la cornée des mammifères.

Nous pourrions traiter en détail la question des modifications subies dans plusieurs maladies chroniques par les lymphatiques de la peau; mais ce serait aborder une question qui nous amènerait trop loin : nous nous réservons de la traîter dans un autre mémoire.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche V.

Fig. 1. — Tous les lymphatiques de la peau d'un rat à terme se trouvant dans le même plan sur la surface hypodermique de la peau. En *a*, on voit les lignes crénelées et les noyaux de l'endothélium lymphatique; en *b*, on voit les poils qui commencent à pousser, $\frac{1}{40}$.

Fig. 2. — Lymphatiques efférents de l'hypoderme d'un rat adulte montrant leurs rapports avec les vaisseaux sanguins et les poils, apparaissant ici comme de petits points noirs, $\frac{1}{7}$.

Fig. 3. — Lymph. de la peau d'un jeune rat de six semaines, montrant les communications entre les lymphatiques efférents de l'hypoderme et les lymphatiques collecteurs du derme, qui ont été déjà tout à fait séparés les uns des autres. On y voit les rapports entre ces lymphatiques et les vaisseaux sanguins *a*, de même que les poils, dont quelques-uns seulement ont été reproduits en *b*, $\frac{1}{40}$.

Fig. 4. — Montre, dans la même prép. que fig. 3, le réseau superficiel des lymphatiques du derme et leurs rapports avec les poils, $\frac{1}{40}$.

Planche VI.

Fig. 1. — Petite portion de la préparation fig. 2, pl. V, sous un plus fort grossissement, montrant un lymphatique hypodermique avec son endothélium crénelé et ses rapports avec les vaisseaux sanguins et les cellules dites du tissu conjonctif, $\frac{1}{100}$.

Fig. 2. — Portion de la fig. 4, pl. V, montrant des lymph. du derme avec leur endothélium et leurs relations avec les poils et les vaisseaux sanguins, et quelques cellules du tissu conjonctif, $\frac{1}{100}$.

Fig. 3. — Tous les lymphatiques d'une portion de la peau d'un jeune hérisson encore dans le même plan, et situés entre deux monticules pileux qui n'ont pas encore refoulé tout à fait les lymphatiques dans les creux qui les séparent, $\frac{1}{10}$.

Fig. 4. — Rapports des lymphatiques de la peau d'un hérisson adulte avec une glande sudoripare d'un volume considérable. Les bords crénelés de l'endothélium lymphatique sont toujours très-distincts chez cet animal. En *a*, on voit un faisceau des muscles lisses qui s'étendent partout d'une manière irrégulière, $\frac{1}{40}$.

Fig. 5. — Représente les cellules étoilées de la peau d'une grenouille, lesquelles, par un hasard heureux, ont été rendues visibles sur la surface hypodermique de la peau, sans qu'il fût nécessaire de détacher les cellules endothéliales du sac lymphatique qui recouvrent cette surface, et sont indiquées par des lignes noires, $\frac{1}{60}$.

Fig. 6. — Mêmes cellules étoilées dans la peau d'une truite. Une partie des cellules endothéliales recouvre encore la surface et empêche que les cellules sous-jacentes ne soient rendues évidentes, $\frac{1}{60}$.

N. B. — *Toutes les préparations représentées dans les planches V et VI ont été faites par les méthodes de l'argent et de l'or.*

LES RÉSULTATS DES RECHERCHES RÉCENTES

DANS LE DOMAINE DE

L'ÉLECTRICITÉ ANIMALE (1)

Par L. HERMANN

Professeur de Physiologie à l'Université de Zurich.

I. — REMARQUES PRÉLIMINAIRES (2).

État de la question il y a dix ans. — Jusqu'en 1867, certaines vues théoriques déduites des expériences classiques de du Bois-Reymond jouissaient d'une faveur incontestée auprès des physiologistes qui s'occupaient d'électricité animale. Du Bois-Reymond avait créé pour toute cette partie de la physiologie une méthode modèle, qui lui avait permis d'établir sur des bases plus solides que ses devanciers, de soumettre à des lois rigoureuses, mais surtout de découvrir lui-même, un grand nombre de faits fondamentaux. Ces faits étaient, en quelques mots, les suivants : 1° Les fibres musculaires et nerveuses coupées en travers présentent une force électromotrice dirigée en elles de la coupe transversale à la coupe longitudinale, et pouvant atteindre jusqu'à 1/12 d'un élément de Daniell. 2° La négativité de la coupe transversale est beaucoup moins constante à l'extrémité naturelle de la fibre musculaire (coupe transversale naturelle), et peut même faire complétement défaut ou se transformer en positivité. L'influence prolongée du froid favorise cette « anomalie, » que du Bois-Reymond a appelée « parélectronomie. » 3° Quand une fibre nerveuse est sur une certaine étendue parcourue par un courant galvanique, cette fibre est dans ses parties extrapolaires le siége d'une force électromotrice à direction semblable, et dont le maximum d'intensité se trouve au voisinage des pôles (« électrotonus »); cette influence ne se propage qu'autant que l'intégrité du nerf est complétement conservée. 4° Le courant d'un nerf, ou d'un muscle qu'on a coupé en travers, diminue d'intensité (oscillation négative) quand on vient à irriter ce nerf ou ce muscle; dans un muscle dépourvu de lésion, le montant négatif de l'oscillation

(1) En publiant ce travail, traduit du *Bulletin trimestriel de la Société des naturalistes de Zurich* (1878, I), nous n'entendons prendre nullement parti dans le débat soulevé à propos de l'électricité animale. Il nous a paru seulement que les lecteurs français pourraient consulter avec profit un résumé où les plus importants travaux sur ce sujet sont scrupuleusement signalés. — (*La direction.*)

(2) Les citations où le nom d'aucun physiologiste n'est mentionné se rapportent à des travaux de l'auteur lui-même.

s'ajoute algébriquement au courant existant, quelles que soient d'ailleurs la direction et l'intensité de celui-ci.

De ces faits, du Bois-Reymond avait tiré la théorie suivante : 1° Les fibres musculaires et nerveuses renferment en suspension dans un conducteur indifférent des particules électromotrices qui dirigent vers la coupe longitudinale de la fibre leurs faces positives, vers la coupe transversale leurs faces négatives. 2° A l'extrémité naturelle de la fibre musculaire, se trouvent, plus ou moins développées, des particules d'une nature spéciale, qui dirigent vers l'extrémité de la fibre leurs faces positives ; le froid favorise le développement de cette couche « parélectronomique. » 3° Sous l'influence d'un courant qui les parcourt, les molécules d'un nerf modifient leur disposition : elles tournent vers le pôle positif leurs faces négatives, et vers le pôle négatif leurs faces positives. Si l'on suppose les molécules douées d'une électricité bipolaire, on concevra qu'à l'état de repos, deux molécules contiguës tournent l'une vers l'autre leurs faces positives, tandis qu'elles tourneront vers les coupes transversales leurs faces négatives, et l'action du courant aura pour résultat de disposer en colonne de Volta l'ensemble de ces molécules. Cette disposition s'étend quelque peu sur les parties extrapolaires : c'est ce qui provoque l'apparition des forces électrotoniques. (Dans la fig. 1, la partie supérieure représente la disposition normale, la partie inférieure représente la disposition électrotonique ; au-dessus de *p*, on a indiqué les molécules parélectronomiques de l'extrémité naturelle d'une fibre musculaire.) 4° Toute irritation provoque une diminution des forces électromotrices des molécules, ou bien ces molécules prennent une disposition nouvelle, dans laquelle leur influence extérieure diminue ; mais les molécules parélectronomiques ne prennent aucune part à cette modification.

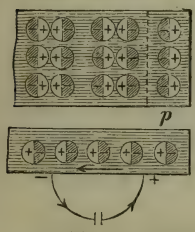


Fig. 1.

A cette théorie moléculaire se rattachaient bien des espérances. On croyait pouvoir en déduire que, dans les rapports réciproques des particules douées de propriétés électriques, se trouvait l'essence de l'irritation et de sa propagation dans les muscles et dans les nerfs, le changement de position ou l'oscillation d'une particule occasionnant probablement un semblable changement dans la particule voisine. Il paraissait admissible que même la contraction du muscle pourrait être ramenée à l'attraction et à la répulsion réciproques de ces molécules.

Tout en hésitant à faire des suppositions spéciales sur ce sujet, et bien que l'auteur lui-même de la théorie moléculaire observât une réserve louable à cet égard, on admettait en général, jusqu'en l'année 1867, que l'échange nutritif qui se fait dans les muscles et les nerfs au repos, était indispensable à la conservation des molécules électromotrices et à la conservation de leurs forces ; et que l'excitation dépendait principalement de mouvements de ces molécules, mouvements, qui, il est vrai, coïncidaient avec une plus grande dépense d'oxygène et une oxydation plus énergique.

Recherches qui ouvrirent la voie à d'autres explications. — Des recherches

sur l'échange des gaz et de la matière dans les muscles (1) me conduisirent à des résultats qui différaient essentiellement de l'opinion qu'on se faisait alors des fonctions de ces organes. Je trouvai que les muscles ne contiennent pas d'oxygène qu'on puisse extraire, et que cependant dans un milieu dépourvu d'oxygène, ils sont, pendant un temps assez long, capables des travaux le plus énergiques : j'en conclus que le substratum chimique du travail musculaire n'est pas un processus d'oxydation, mais un *processus de désassimilation* (Spaltungsprocess), dans lequel des forces deviennent libres par la saturation d'affinités plus fortes, par le passage à un groupement d'atomes plus stable, à peu près comme cela a lieu dans la fermentation alcoolique du sucre (2). Parmi les produits de la désassimilation se trouve de l'acide carbonique ; en comparant les quantités d'acide carbonique qui se dégagent au moment de la contraction et au moment de la rigidité, j'ai vu que ces deux phénomènes doivent avoir une origine commune ; et c'est en m'aidant d'un résultat semblable, obtenu par J. Ranke pour l'acide lactique, qu'il me fut possible d'établir une analogie complète entre le processus chimique de la contraction et celui de la rigidité. Les deux processus sont des désassimilations, qui produisent de l'acide carbonique, de l'acide lactique, et, pour la rigidité, un coagulum d'albumine découvert par Brücke et Kühne, qu'on trouvera probablement plus tard aussi comme production passagère accompagnant la contraction. L'absorption d'oxygène par le muscle n'a aucun rapport direct avec le processus de désassimilation ; elle appartient à un processus synthétique de restitution, dans lequel certains produits de désassimilation sont peut-être de nouveau utilisés. Ainsi s'expliquerait ce fait : que l'absorption d'oxygène par le muscle est indépendante de la production d'acide carbonique par celui-ci.

Il y aurait donc constamment, d'après cette explication, pendant le repos, une décomposition lente et une restitution lente ; la restitution dépend directement de l'apport de sang oxygéné. Si celui-ci n'arrive plus, toute la provision de matière désassimilable du muscle s'épuise : le muscle devient rigide. La contraction accélère subitement le processus de désassimilation, et la restitution tend en vain à se produire avec une égale vitesse : c'est ce retard dans la restitution qui occasionne la fatigue.

On s'était aperçu depuis longtemps de l'analogie qui existe entre la contraction et la rigidité, bien que, à part le raccourcissement du muscle, on ne connût pas à ces deux phénomènes de manifestations communes. On avait considéré la rigidité comme la dernière contraction du muscle mourant. Mais la nouvelle manière de voir renversa, pour ainsi dire, cette théorie, en comparant la contraction à une rigidité momentanée et passagère. Les analogies physiques entre la contraction et la rigidité ont augmenté depuis ; on découvrit que non-seulement la contraction, mais aussi la rigidité, occasionne une

(1) *Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, ausgehend vom Gaswechsel derselben.* Berlin, 1867.

(2) De semblables idées ont été émises plus tard, mais d'un point de vue plus général, par J. Liebig, dans les *Sitzungsberichte der bayr. Acad.* 1869, II., 4, et par Pflüger, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, X. p. 251. 1875.

petite diminution de volume du muscle et un dégagement de chaleur. Il est même hors de doute qu'il existe des états transitoires entre la contraction et la rigidité, comme on l'a reconnu récemment (1). Toute excitation trop forte du muscle fait que la contraction ne disparaît qu'imparfaitement, et que le raccourcissement persiste en partie; la fatigue et l'approche de la mort (Absterben) favorisent cet état de contraction persistante, ressemblant à la rigidité (« contraction idiomusculaire » de Schiff) ; beaucoup de poisons musculaires, tels que la vératrine, la delphinine, la digitaline, l'émétine, la caféine, etc., occasionnent un état semblable.

La recherche de ces analogies entre la contraction et la rigidité m'a conduit à une théorie de l'électricité animale qui différait essentiellement de la théorie existante (2).

Principes de la nouvelle théorie. — Le fait le plus important et le plus certain que l'on connût alors était que la coupe tranversale d'une fibre musculaire est négative, jusqu'à ce qu'elle soit devenue complétement rigide, et que cette négativité diminue ou disparaît par l'irritation. Eu égard à l'analogie chimique et physique des phénomènes de l'irritation et de la rigidité, et en considérant qu'à la coupe transversale artificielle il se trouve constamment, et dès le premier moment, de la substance qui devient rigide, ce phénomène pouvait s'expliquer en admettant qu'aussi bien la rigidité que l'irritation modifie le protoplasma de manière à le rendre négativement électrique vis-à-vis du protoplasma non modifié, et à l'état de repos. S'il en est ainsi, la coupe artificielle doit être négative jusqu'à ce que la fibre soit devenue rigide dans toute sa longueur, et la différence électrique doit diminuer par l'excitation de la partie vivante.

II. — LES COURANTS D'ORGANES AU REPOS.

Absence de courants dans les muscles au repos et intacts. — La première question, dont la solution devait me servir à juger cette nouvelle théorie (que j'ai désignée sous le nom de « *théorie de l'altération* », en opposition avec la « *théorie de la préexistence* »), était celle de savoir si des muscles absolument intacts possèdent un courant musculaire. Des muscles séparés du corps ont presque toujours subi des lésions inaperçues, soit mécaniques, soit chimiques. Dans ses premières expériences, du Bois-Reymond humectait les muscles avec des solutions salines concentrées, et ceux-ci se trouvaient ainsi corrodés à tel point qu'on pouvait attribuer à l'extrémité naturelle de la fibre la même négativité que présente la coupe transversale artificielle. Quand du Bois-Reymond découvrit lui-même cette cause d'erreur, l'extrémité de la fibre musculaire restait toujours le siége de manifestations électriques ; mais celles-ci étaient d'un tout autre ordre que celles trouvées précédemment, et n'avaient point de direction précise : pour les expliquer, il inventa la théorie de la couche parélectronomique. Mais, en préparant

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol*, XIII. p. 371, 1876 ; XVI. p. 252, 1878.

(2) *Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven*, 2. et 3. Heft. Berlin, 1867 et 1868.

des muscles, plus on évite les manœuvres qui peuvent occasionner des lésions, plus il devient difficile de constater en ceux-ci la présence de courants. Pour la grenouille, il faut ranger en premier lieu parmi les agents nuisibles l'humectation avec cette âcre sécrétion que produit la peau, le contact de la surface extérieure de la peau (1). Le gastro-cnémien peut être préservé de ces contacts pendant la préparation, et ne présente alors que des courants faibles et irréguliers, tels qu'il s'en trouve partout où il y a dans un circuit des conducteurs humides (2). Les muscles de la cuisse sont chez la grenouille si intimement unis entre eux ou aux corps voisins (la peau, les os), qu'on ne peut les préparer sans lésions mécaniques, parce qu'il faut les débarrasser de tout appendice étranger (3).

L'opinion que le froid favorisait l'absence des courants naturels ou changeait leur direction ne se confirma pas. Il n'y a aucune différence électromotrice entre les muscles gastro-cnémiens de grenouilles récemment capturées et ceux de grenouilles longtemps conservées dans une glacière (4). (Des muscles qui ont été gelés subissent, lorsqu'on les dégèle, des lésions intérieures, et ne peuvent par conséquent pas servir à ces expériences).

Le plus sûr moyen d'observer des muscles intacts paraissait être la dérivation d'animaux non écorchés. Mais du Bois-Reymond (5), qui le premier eut recours à ce moyen, rencontra une difficulté inattendue dans les courants de la peau, que possèdent presque tous les animaux. Lorsqu'on essaie de détruire ces courants en cautérisant la peau avec une solution de sel, la solution traverse la peau et va cautériser aussi les muscles situés au-dessous; on s'en aperçoit au développement progressif du même courant, qui se montre quand on humecte avec des caustiques la surface des muscles dénudés. En se servant, pour cautériser la peau, de nitrate d'argent, dont l'action caustique se révèle par l'opacité des parties sur lesquelles il a été appliqué, on peut se convaincre ques les muscles sont déjà cautérisés au moment où l'on constate le courant musculaire (6). Si, au contraire, on choisit pour les cautériser des endroits où la peau ne recouvre pas de faces musculaires aponévrotiques, on ne découvre pas de courant musculaire, mais simplement des effets excessivement faibles et irréguliers, qui, survenant dans un circuit de conducteurs humides, ne prouvent rien, d'autant plus qu'on ne peut détruire complétement les courants cutanés, ni par cautérisation ni par grattage (7).

La peau des poissons ne présente point de courants. Il suffit donc chez eux, pour prouver l'absence de courant dans le muscle, de dériver deux points quelconques de la peau (8). (L'animal doit être immobilisé par le curare, de même que les grenouilles, dans toutes les expériences de ce genre.)

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, III, p. 37. 1870.
(2) *Ibid.*, p. 16, 35.
(3) *Ibid.*, XV, p. 227. 1877.
(4) *Ibid.*, XV, p. 226. 1877.
(5) Du Bois-Reymond, *Untersuchungen über thier. Electr.*, II. Abth 2, p. 7.
(6) *Untersuchungen*, etc., Heft, III, p. 6. 1868.
(7) *Ibid.*, p. 14; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, III, p. 16, 23, 26; IV, p. 149. 1871.
(8) *Arch. f. d. ges.*, *Physiol.*, IV, p. 152. 1871.

D'après les recherches récentes d'Engelmann, le cœur est un objet particulièrement favorable à la démonstration de l'absence du courant musculaire (1). Il suffit d'enlever le péricarde, opération qui peut se faire sans que le muscle soit aucunement endommagé. Le cœur n'est le siége d'aucun courant, mais tout endroit lésé est négatif. La théorie de la préexistence ne peut se soutenir vis-à-vis de ce fait, comme vis-à-vis de l'absence de courants chez les poissons, que si on admet l'hypothèse, fort invraisemblable, qu'aucune fibre ne tourne son extrémité naturelle vers la surface.

De la non-préexistence d'une force électromotrice dans les muscles. — Un autre moyen de résoudre la question de la préexistence semblait être de rechercher si le courant musculaire se montrait immédiatement dans toute sa force après que la coupe transversale artificielle était faite, ou s'il lui fallait un temps quelconque pour se développer. Si cette dernière supposition est vraie, il n'est pas possible de considérer comme exacte la théorie qui admet que les molécules préexistent dans les muscles, et que le scalpel ne fait que les mettre à nu. Les expériences que j'ai faites à ce sujet, de 1875 à 1877 (2), m'ont conduit à ce dernier résultat. Au moyen d'un appareil particulier, je ferme le circuit galvanométrique au moment de la lésion, et je l'ouvre de nouveau après un très-court espace de temps. La déviation obtenue est plus petite qu'elle ne l'est dans une seconde expérience, où le courant musculaire est déjà développé et agit sur le galvanomètre pendant un égal espace de temps. Il faut donc un certain temps au courant musculaire pour se développer : il ne préexiste donc pas.

Les courants des nerfs, des glandes sanguines, des plantes, etc. — On pouvait prévoir que d'autres organismes protoplasmatiques posséderaient la propriété de réagir de la même manière contre les lésions, la substance mourante devenant négative. En première ligne se place ici le nerf, dont le courant avait été découvert par du Bois-Reymond et ramené de même à un schéma moléculaire. Les terminaisons de nerfs intacts ne se prêtent pas à l'étude électrique ; malgré cela, on ne doutait pas, par analogie avec les muscles, qu'elles ne fussent parcourues par un courant, et on partait de là pour accepter la théorie moléculaire aussi pour le nerf. La découverte de l'absence de courant dans les muscles changea l'aspect des choses (3) : dès lors, il n'y avait plus de raison pour attribuer un courant aux nerfs à l'état de repos, excepté celui qui se manifeste dans les cas de coupes transversales artificielles. Nous verrons encore que les phénomènes de l'électrotonus ne justifient pas non plus l'édification d'une théorie moléculaire.

A cause des considérations précédentes, j'ai étudié moi-même et trouvé négatives les coupes transversales artificielles, dans deux groupes d'appareils protoplasmatiques ; les deux fois, il se trouva que d'autres avaient déjà fait la même observation. Dans le premier cas, il s'agissait des organes glandulaires de la grenouille (4), sur lesquels Matteucci avait déjà observé que les coupes

(1) Engelmann, *Utrecht'sche physiol. Onderzoekingen*, III, p. 82. 1874.
(2) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XV, p. 191. 1877.
(3) *Untersuchungen*, Heft, III, p. 25. 1868.
(4) *Ibid.*, p. 88.

transversales sont négatives. J'ai constaté que cette particularité n'existe que lorsque les vaisseaux contiennent du sang non coagulé ; la force électromotrice paraît dépendre des modifications que subit le sang au niveau de la coupe transversale. Le second cas se rapporte à la négativité de coupes artificielles pratiquées sur des plantes (1). H. Buff (2) avait été le premier à les observer. Les deux ordres de phénomènes sont de nature à démontrer qu'il ne faut pas songer à établir une théorie moléculaire ; un auteur cependant a cru devoir s'arrêter à des considérations de cet ordre.

L'existence des courants dépend de la présence d'une partie vivante dans le corps protoplasmatique lésé. — J'ai observé que des coupes transversales artificielles de plantes cessent bientôt d'être négatives, mais que de nouvelles coupes se montrent négatives à leur tour. Je me suis expliqué ces faits par ceci : que, d'après notre principe fondamental, la négativité de la coupe transversale ne peut exister qu'aussi longtemps que les corps cellulaires atteints par la coupe ont encore un reste de protoplasma vivant ; lorsqu'ils sont entièrement morts, le courant doit cesser. On peut expliquer de la même manière pourquoi, chez des plantes à fibres longitudinales, les coupes longitudinales artificielles sont positives par rapport aux coupes transversales artificielles (3) ; les cellules fendues suivant leur longueur meurent, en effet, beaucoup plus vite que celles qui sont coupées en travers. Engelmann a récemment observé que, sur le cœur et sur des organes dans la constitution desquels entrent des muscles lisses, le courant est transitoire, comme je l'avais reconnu sur des coupes transversales artificielles de plantes, et il a donné de ce fait la même explication que moi (4). Ces organes sont composés de cellules autonomes juxtaposées les unes aux autres, et le courant d'une coupe transversale ne peut, à cause de cela, durer qu'autant que les cellules lésées ne sont pas entièrement mortes (5). Engelmann observa enfin encore ce phénomène sur les nerfs. Ici les étranglements de Ranvier forment des limites cellulaires que ne dépasse point, comme Engelmann (6) l'avait déjà vu, le processus de mort, bien que l'excitation les dépasse, de même qu'au cœur, à l'intestin et à l'utérus (7).

Disparition des courants de démarcation sous l'influence de la guérison naturelle. — Il était réservé à Engelmann d'élever une preuve de plus contre

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, IV, p. 155. 1871.

(2) Buff, *Ann. der Chemie*, LXXXIX, p. 76. 1854.

(3) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, IV, p. 159. 163.

(4) Engelmann, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XV, p. 116. 1877.

(5) Au printemps de 1877, j'ai fait une observation absolument analogue sur de jeunes méduses que M. le prof. Hensen, de Kiel, avait bien voulu m'envoyer vivantes, et que j'ai pu conserver en vie pendant plusieurs semaines.

(6) Engelmann, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XIII, p. 474. 1876.

(7) Gad et Tschiriew (*Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin*, 1877, n° 21, croient pouvoir attribuer la disparition du courant dans le nerf à ce qu'après la mort des segments de Ranvier qui ont été sectionnés, les faces terminales des segments suivants, auxquelles est maintenant dévolue l'action électrique, ne sont plus situées dans un même plan transversal, de telle sorte que leur courant se trouve affaibli par une fermeture latérale. La valeur de cette remarque ressort d'elle-même dès qu'on songe que la longueur des segments de Ranvier est ordinairement de 1 à 1^{mm} 1/2.

la théorie de la préexistence (1). Si l'on coupe un muscle sous-cutané d'une grenouille vivante, on voit la négativité de la coupe transversale artificielle diminuer continuellement et disparaître enfin sous l'influence de la circulation et de l'innervation. Si donc la nature a de la tendance à détruire les courants dans les coupes transversales artificielles, il est clair qu'à l'état naturel aucun muscle ne peut avoir un courant, mais que tout courant d'un muscle à l'état de repos doit être occasionné par une lésion.

Puisque tous les courants de muscles, de nerfs, etc. au repos (si on en excepte l'influence de l'inégalité de température et de courants étrangers) sont dus au contact de la matière mourante avec la matière vivante, et que le siége de leur force électromotrice se trouve à la surface de démarcation (Demarcationsflæche), j'appelle donc ces courants de l'organe au repos des *courants de démarcation.*

Influence de la température. — Lorsque la température d'une même fibre musculaire est variable suivant les points de cette fibre, les endroits les plus chauds se comportent positivement vis-à-vis des endroits les plus froids, tant que la température n'atteint pas cette limite qui occasionne la mort (rigidité par la chaleur), et, par conséquent, la négativité (2). De même que la matière vivante devient plus positive sous l'influence de la chaleur vis-à-vis d'autre matière vivante, elle le devient aussi vis-à-vis de la matière mourante, de sorte que, non-seulement le courant de démarcation devient plus fort si on élève la température du muscle entier (ce que du Bois-Reymond a déjà aperçu; Steiner confirma récemment aussi ce fait pour les nerfs), mais aussi la force du courant de démarcation ne dépend que de la température de la matière vivante à l'un des endroits dérivés, et non de la température de la substance intermédiaire; la substance musculaire, à différents états, forme donc une « série de tension » (Spannungsreihe) voltaïque (3).

Courants de muscles entiers. — Comme je l'ai déjà dit, dans des fibres musculaires entièrement intactes, il n'existe pas de courant. Tous les courants qui parcourent des muscles au repos sont donc, en ne tenant pas compte de ceux qu'occasionnent les inégalités de température, produits par des lésions. Le courant le plus simple est celui d'un muscle à fibres parallèles, coupé transversalement; ici, toutes les faces de démarcation sont parallèles à la coupe transversale (fig. 2); chaque point de la coupe transversale se comporte donc négativement à l'égard de chaque point de surface longitudinale (4). Mais comme le muscle a, entre les fibres et à sa surface, du tissu conducteur indifférent à travers lequel les courants de démarcation peuvent se décharger en grande partie (le sarcolemme, le périmysium, la couche morte

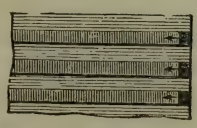


Fig. 2.

(1) Engelmann, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XV, p. 328. 1877.
(2) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, IV, p. 163. 1871.
(3) *Ibid.*, p. 178.
(4) La meilleure dérivation d'une coupe transversale s'obtient avec un segment de muscle rendu rigide par la chaleur (coupe transversale thermique). Voyez *Arch. f. d. ges. Physiol.*, IV, p. 167. 1871.

à la coupe transversale ; dans la figure, le tissu indifférent est indiqué par des hachures horizontales), en premier lieu, la force des courants dérivés n'est qu'une fraction de la vraie force de la fibre ; en second lieu, la positivité de la coupe longitudinale et la négativité de la coupe transversale sont distribuées de telle manière qu'elles sont les plus grandes au milieu : ainsi naissent ce qu'on app elle les « courants faibles » par la dérivation de deux points non symétriques d'une coupe longitudinale ou d'une coupe transversale (1). L'extension électrotonique du courant de démarcation peut, au reste, contribuer pour une part aux courants faibles des coupes longitudinales. (Voyez plus bas.)

Dans une coupe oblique, il se produit, comme du Bois-Reymond l'a montré (2), un déplacement particulier des lignes de niveau ; il se produit une force électromotrice qui, dans la coupe oblique, se dirige de l'arête aiguë à l'arête obtuse (« courant d'inclinaison »). Du Bois-Reymond voit l'origine de cette force dans la disposition en gradins que prennent sur la coupe oblique les molécules extrêmes. Mais la même théorie convient aussi pour la disposition en gradins des faces de démarcation des fibres musculaires (fig. 3). La théorie moléculaire ne pourrait servir à expliquer les courants d'inclinaison que si, considérée isolément, une fibre musculaire coupée obliquement possédait un courant d'inclinaison, ce qui n'a jamais été démontré et ne pourra jamais l'être. Le fait que beaucoup de fibres se terminent sur le tendon par des facettes obliques (3), ne pourrait donner lieu à une théorie moléculaire que si ces tendons possédaient un courant d'inclinaison, ce qui n'est pas le cas ; mais lorsqu'ils sont lésés, les faces de démarcation sont toujours perpendiculaires à la direction des fibres, en sorte qu'il se produit une disposition en gradins (fig. 3).

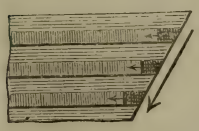


Fig. 3.

Dans tous les cas de lésion partielle du muscle, les fibres lésées ont seules une action électromotrice ; les autres forment une fermeture latérale indifférente. Les courants faibles de pareils muscles n'ont donc pas de rapport fixe avec les faces du muscle, puisque tout dépend du siége des lésions ; et ce sont les courants irréguliers des muscles dits parélectronomiques. On peut facilement constater qu'une lésion générale de la surface du muscle doit produire une force électromotrice dirigée des tendons vers le ventre du muscle : si la surface du muscle est légèrement endommagée, la coupe longitudinale meurt, mais pas au delà de la fibre la plus proche (comparez avec p. 7), tandis que la mort d'une coupe transversale occasionne un courant persistant ; il en est autrement seulement dans les muscles polymères (le cœur, l'intestin, etc.). Des fibres mordues partiellement par des acides le long de la coupe longitudinale, donnent naissance, en outre, à des courants locaux, à cause des faces de démarcation ; mais quand on applique des arcs conducteurs entre la coupe longitudinale et l'extrémité, ces petits courants sont à peine

(1) Du Bois-Reymond, *Untersuchungen*, I, p. 516. 1849.

(2) Du Bois-Reymond, *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1863, p. 521 ; *Monatsber. d. Berliner Acad.* 1866, p. 387.

(3) Du Bois-Reymond, *Monatsber. d. Berliner Acad.* 1872, p. 791.

sensibles, tandis que les courants de démarcation de l'extrémité du muscle se dérivent entièrement, et que leur force est même augmentée par des courants d'inclinaison, à cause de l'adaptation ordinairement oblique des fibres à l'aponévrose du tendon.

III. — L'ÉLECTROTONUS.

Objections contre l'explication moléculaire de l'électrotonus. — Nous négligeons de nous occuper ici des objections théoriques qu'on a élevées contre l'explication de l'état électrotonique des nerfs indiquée ci-dessus, p. 2. La théorie paraissait cependant pouvoir être démontrée par l'expérience. S'il est vrai que les molécules qui se trouvent sur le parcours du courant s'arrangent en colonnes dans la direction de celui-ci, le courant devrait recevoir un accroissement très-considérable, presque immense, de force électromotrice de même sens que lui-même, ou, en d'autres termes, l'intensité d'un courant conduit par un nerf vivant devrait être infiniment plus grande que lorsqu'il est conduit à travers une partie morte d'égale dimension. Mais l'expérience ne m'a point démontré ce fait (1).

Phénomènes électrotoniques qui se montrent sur des conducteurs à noyaux polarisables. — Une expérience de Matteucci (2) fut le premier pas vers la découverte de la véritable cause des phénomènes électrotoniques. Il trouva qu'un fil métallique, entouré d'une enveloppe humide, montre des courants ayant les propriétés des courants électrotoniques des nerfs, dès qu'un courant galvanique est conduit par une partie quelconque de l'enveloppe humide. Matteucci découvrit de plus que ces courants ne se produisent pas lorsque le fil est en zinc amalgamé et que l'enveloppe est humectée avec une solution saturée de sulfate de zinc. Ceci prouvait que ce phénomène dépend de la polarisation entre le noyau et le liquide.

Je fis à ce sujet des expériences plus exactes (3), en faisant passer le fil métallique à travers un tube de verre qui pouvait être rempli de liquide, et qui avait des tubulures latérales pour amener ou dériver des courants. J'ai reconnu aussi que les courants électrotoniques ne se montrent que si on emploie des noyaux polarisables. J'ai vu en outre qu'ils ne s'étendent qu'aussi loin que le noyau et l'enveloppe ont une continuité ininterrompue, leur contact continu n'étant du reste pas nécessaire. Enfin, je constatai les lois du développement et du changement de ces courants après la fermeture, pendant le parcours et après l'ouverture du courant polarisant, leur dépendance de l'éloignement et de la longueur de l'étendue parcourue, leur combinaison et leur superposition, etc. Tous ces phénomènes se plièrent sans difficulté à une théorie facile à comprendre. Le courant conduit vers l'enveloppe a E k (fig. 4), cherchant à atteindre le noyau KK, se divise, s'il n'y a pas de polarisation, de

(1) *Untersuchungen*, Heft, III, p. 67. 1868; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI, p. 328. 1872.

(2) Matteucci, *Comptes rendus*, LVI, p. 760, 1863; LXV, p. 151, 194, 884, 1867; LXVI, p. 580, 1868.

(3) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, V, p. 264, 1871; VI, p. 312. 1872; VII, p. 302. 1873.

telle sorte que seulement les plus courtes lignes conductrices, dans le voisinage immédiat des électrodes, reçoivent des ramifications appréciables. Mais lorsque

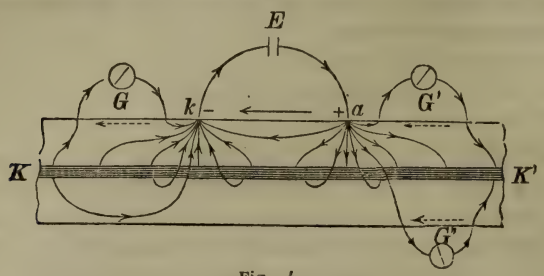


Fig. 4.

la surface du noyau est polarisée, cette polarisation oppose au passage une résistance considérable ; comme la résistance tenant à la longueur des lignes de transmission est petite, en comparaison de cette grande résistance, qui est la même à tous les endroits du noyau, le courant se propage infiniment plus loin le long du conducteur sous l'influence de la polarisation que sans polarisation. Lorsqu'on applique un arc galvanométrique (G,G',G''), celui-ci reçoit une pareille branche du courant, comme si une force de même direction que le courant polarisant avait son siége dans la partie dérivée. L'extension de la polarisation ne peut cependant s'étendre qu'aussi loin que le noyau et l'enveloppe sont continus l'un et l'autre.

Les courants dérivés sont en même temps, comme la théorie mathématique l'enseigne, une mesure de la différence de la polarisation des points dérivés, c'est-à-dire un moyen de déterminer l'extension de la polarisation le long du noyau. La courbe des sommes de polarisation (qui est en général une courbe exponentielle), a un maximum positif à l'électrode positive, et un maximum négatif à l'électrode négative. Elle coupe l'abscisse (point indifférent *i*) dans la partie intrapolaire. Dans les étendues extrapolaires, elle s'approche asymptotiquement de l'abscisse. La courbe est représentée dans la figure 5 ; pour

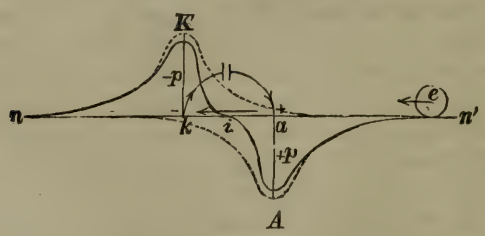


Fig. 5.

certaines raisons qui seront exposées plus bas, les polarisations positives sont prises en bas, et les polarisations négatives en haut.

Polarisabilité transversale intérieure des muscles et des nerfs. — En 1871, je découvris (1) que la résistance des muscles et des nerfs est 5 à 9

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, V, p. 223. 1871.

fois plus grande suivant la direction transversale des fibres que suivant la direction longitudinale. Cette différence disparaît presque entièrement dans le muscle rigide, tandis qu'elle persiste encore à demi dans des nerfs morts. En poursuivant l'étude de ces faits, je vis que la différence tient à une polarisabilité transversale intérieure spécifique, qui, pour le muscle et en grande partie pour le nerf, est complétement liée à la vie. Cette polarisation intérieure, liée à la direction transversale, ne peut provenir que de ce qu'il y a dans la direction transversale une couche de conducteurs hétérogènes qui manque dans le sens longitudinal. Puisque en outre cette couche est commune aux muscles et aux nerfs, elle ne peut consister qu'en ce que les tubes indifférents de ces organes renferment une matière différente, la substance nucléaire (contenu du sarcolemme et du névrilemme), et que la polarisation a lieu à la limite de la substance nucléaire et de la substance de l'enveloppe.

Explication de l'électrotonus des nerfs. — Les conditions essentielles de l'extension électrotonique des courants dans des conducteurs à noyau polarisable étant, d'après ce qui précède, réalisées pour les nerfs, l'explication de l'électrotonus était donnée (1). Il est vrai que les noyaux des nerfs ne sont probablement pas de meilleurs conducteurs que l'enveloppe, tandis que, dans les systèmes de conducteurs artificiels, le noyau était en métal. Mais la théorie enseigne que l'extension électrotonique a lieu alors même que le noyau n'est pas meilleur conducteur que l'enveloppe, pourvu qu'il y ait polarisation à la limite des deux. La théorie est maintenant, comme je l'ai démontré en détail, dans le plus parfait accord avec tous les phénomènes électrotoniques. Elle explique surtout pourquoi l'électrotonus n'a pas besoin pour s'établir d'un espace de temps mesurable (2), et pourquoi il ne dépasse pas les ligatures : c'est que toute meurtrissure interrompt la continuité de la matière du noyau, en la tuant et en la changeant en tissu indifférent.

Les muscles, possédant également des noyaux de fibres polarisables, doivent aussi être doués de propriétés électrotoniques ; malgré cela, ni du Bois-Reymond, ni moi, nous ne parvînmes à les démontrer sûrement à l'aide du galvanomètre ; il est vrai qu'on ne pouvait pas non plus constater sûrement leur absence. La théorie expliquait cependant pourquoi le muscle offre à l'électrotonus des conditions moins favorables que le nerf (3). J'ai pu récemment, du reste, en me servant d'un meilleur procédé pour amener et pour dériver les courants, démontrer sûrement avec le galvanomètre l'électrotonus du muscle.

Je ferai encore plus loin une addition essentielle à la théorie de l'électrotonus des nerfs.

IV. — LES COURANTS PENDANT L'ACTIVITÉ.

A. — DANS LES MUSCLES.

La négativité de l'onde d'irritation. — Après que Helmholtz eut démontré pour les nerfs, et Aeby pour les muscles, que l'irritation parcourt les fibres

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI p. 328. 1872.

(2) Helmholtz, *Monatsber. d. Berliner Acad.*, 1854, p. 328.; L. Hermann, *Arch. f. d. ges. Physiol.*. VIII p. 272, 1874.

(3) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI p. 350. 1872.

sous forme d'onde avec une vitesse qu'on peut mesurer, J. Bernstein (1) fut le premier qui entreprit d'observer les phénomènes galvaniques qui se produisent alors, en marquant, au moyen d'un appareil inventé par lui, l'état galvanique à des espaces de temps choisis à volonté après l'excitation. Il trouva que dans le muscle il se forme, après l'excitation directe d'une fibre, une région négative qui parcourt la fibre avec la même vitesse que l'onde de contraction. Ce phénomène pouvait s'expliquer par la théorie de du Bois, d'après laquelle les molécules de la matière musculaire excitée sont moins actives, de sorte qu'un endroit excité doit être négatif par rapport au reste du muscle au repos. On désigne donc ce fait par le nom de « progression ondulatoire de l'oscillation négative. » Mais ce phénomène s'explique également bien par notre opinion (p. 4) : que la matière excitée est, ainsi que la matière mourante, négative vis-à-vis de la matière inaltérée ; et j'appelle « courant d'action » (Actionsstrom) tout courant qui doit son origine à la différence électrique de la matière musculaire active et de la matière au repos (2).

Le courant d'action phasique et tétanique. — Lorsqu'une seule onde d'irritation court jusqu'à l'extrémité d'une fibre musculaire réunie par deux de ses points à un galvanomètre, à chaque instant le point que l'onde traverse ou au niveau duquel elle a une phase plus intense, est négatif par rapport à l'autre point ; ainsi naît un « courant d'action phasique, » dont la direction s'éloigne d'abord de l'endroit excité et s'en rapproche ensuite. Les deux phases ont la même puissance, lorsque l'onde d'irritation reste inaltérée dans son parcours.

Lorsqu'une fibre musculaire est tétanisée, que l'irritation se propage par ondes ou qu'elle s'empare tout d'un coup de toute la fibre, la négativité des endroits dérivés doit être d'autant plus forte que leur somme d'irritation est plus grande dans un temps donné (« courant d'action tétanique »).

Courants d'action tétaniques de muscles blessés et intacts. — Les premières observations de du Bois-Reymond concernaient le courant d'action tétanique de muscles à coupe transversale artificielle ; ce courant est dirigé en sens inverse du courant de démarcation, ou bien il est une « oscillation négative » de ce dernier. Comme, d'après ma théorie, il tient à ce que la partie vivante du muscle se modifie de la même manière que la partie mourante s'est déjà modifiée, je nomme ce courant d'action courant « égalisateur. »

Plus tard, du Bois-Reymond découvrit que des muscles intacts ont aussi un courant d'action tétanique dirigé vers l'extrémité. Pour le concilier avec la théorie, on devait admettre que la couche parélectronomique de l'extrémité de la fibre ne participe pas, ou participe à un moindre degré, à l'irritation. Cette dernière supposition, faite ultérieurement, était plus juste, puisqu'on trouva que le courant d'action du muscle intact est moins fort que celui du muscle coupé (3).

(1) J. Bernstein, *Monatsber. der Berliner Acad.*, 1867, p. 72 ; *Arch. f. d. ges. Physiol.* I, p. 173, 1868 ; *Untersuchungen über den Erregungsvorgang*, etc., Heidelberg, 1871.

(2) *Untersuchungen*, Heft III, p. 61, 1868; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 193, 1877.

(3) Du Bois-Reymond, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1873, p. 548.

En un mot, pour expliquer le courant d'action du muscle intact, il fallut admettre que l'extrémité de la fibre participe à un moindre degré à l'irritation que le milieu.

Tandis que du Bois-Reymond émettait l'hypothèse que cette diminution se bornait à l'extrémité même de la fibre, c'est-à-dire qu'il plaçait le siége de la force électromotrice du courant d'action à l'extrémité de la fibre, je supposais que l'onde d'irritation qui parcourt la fibre diminue d'intensité pendant tout son parcours (1), d'où il suivrait, d'après les explications du dernier paragraphe, que, dans le tétanos, tout point dérivé plus rapproché de l'endroit excité est négatif vis-à-vis des points plus éloignés. La direction de ce courant serait celle-là même qu'exigent la réalité et la théorie de du Bois-Reymond ; seulement la force électromotrice de notre courant d'action décroissant serait distribuée régulièrement sur tout le parcours de l'onde d'irritation.

Le décroissement de l'onde d'irritation dans le muscle séparé du corps. — Peu de temps après que j'eus émis l'hypothèse que l'onde d'irritation diminue pendant qu'elle parcourt le muscle, Bernstein (2) découvrit le même fait par des expériences directes. Du Bois-Reymond croyait cependant que ce résultat n'était dû qu'à des particularités anomales, à l'état mourant du muscle séparé du corps, et il lui arriva en effet quelquefois, en portant une excitation directe, de ne pas trouver un courant d'action tétanique entre deux points dans la continuité d'un muscle entièrement frais (3). Il continua donc à soutenir que le siége du courant d'action est la couche parélectronomique. De plus, il révoqua en doute que l'irritation portée sur un nerf pût se propager sous forme d'onde dans le muscle.

Cependant, je constatai toujours moi-même dans le muscle extirpé une décroissance de l'onde d'irritation, s'accentuant, il est vrai, par la fatigue (4). De plus, je trouvai les preuves suivantes de ce que la force du courant d'action est répartie également sur toute la longueur de la fibre : lorsqu'on change la position des dérivateurs, pendant qu'on tétanise l'extrémité d'une fibre, on obtient toujours des courants d'action qui s'éloignent du lieu de l'excitation ; leur force dépend uniquement de la distance réciproque des points dérivés, et non de ce qu'un de ces points est situé à l'extrémité de la fibre ou sur tout autre point du muscle (5). Le même phénomène se produit lorsque le nerf du muscle est tétanisé (6) ; entre deux points dérivés, il se produit toujours alors un courant d'action, dont la force dépend exclusivement de la différence de la distance de ces points à « l'équateur nerveux » (7) du muscle, qu'un de ces points soit d'ailleurs situé à l'extrémité de la fibre ou

(1) *Untersuchungen*, Heft III, p. 60. 1868.
(2) Bernstein, *Untersuchungen*, etc., p. 64. 1871.
(3) Du Bois-Reymond, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1876, p. 369.
(4) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 194. 1877.
(5) *Ibid.* p. 217.
(6) *Ibid.* p. 229.
(7) J'appelle « équateur nerveux » cette coupe transversale du muscle par rapport à laquelle la somme algébrique des distances de tous les points d'entrée des nerfs est égale à zéro. Voyez *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 234, 414. 1878.

non. Ces expériences prouvent que, même avec une excitation indirecte, l'irritation se propage par ondes; qu'elle décroît toujours dans le muscle séparé du corps; que le courant tétanique a son origine dans ce décroissement, et que sa force ne se trouve pas à l'extrémité de la fibre, mais est distribuée sur tout le trajet de l'onde d'irritation. On verra par la suite, pour quelques-unes de ces thèses, des preuves encore plus directes.

Les courants d'action phasiques dépendant d'excitation portée sur les nerfs. — La première expérience sur le courant d'action phasique dans le cas d'excitation indirecte fut faite par S. Mayer (1), sous la direction de Bernstein, et cela sur le muscle gastro-cnémien de la grenouille. Il trouva qu'il se produisait d'abord un courant d'action descendant, puis un courant ascendant; si le muscle était blessé à sa partie inférieure, cette dernière phase était plus faiblement indiquée. Ce résultat fut confirmé par du Bois-Reymond (2); je l'ai obtenu aussi avec une excitation unique, produite avec un appareil spécial non répétant (3).

Du Bois-Reymond expliquait ce fait par la différence de décharge des deux courants d'action, dont il admettait l'existence aux deux extrémités du muscle, et qui se superposent, étant dirigés chacun vers l'extrémité correspondante. Le courant d'action descendant de l'extrémité inférieure naîtrait plus vite, et disparaîtrait plus tôt que le courant ascendant de l'extrémité supérieure. Comme la blessure d'une extrémité (éloignement de la couche parélectronomique) renforcerait son courant d'action, le courant d'action supérieur serait alors entièrement voilé par le courant inférieur (4).

L'explication que j'ai donnée (5) de ce phénomène diffère totalement de celle-là. D'après ma théorie, le muscle doit avoir un courant d'action descendant, quand l'onde d'irritation se trouve à l'extrémité supérieure, et un courant ascendant dans le cas contraire. De sorte que ce n'est pas la première, mais la seconde phase qu'il faut attribuer à l'extrémité inférieure du muscle. La première appartient, comme je l'ai montré, au moment où l'onde d'irritation se trouve dans le domaine de la dérivation supérieure; mais, pour le gastro-cnémien, et à cause de la structure particulière de ce muscle, celle-ci concerne plutôt le milieu des fibres que leur extrémité supérieure. D'après cette théorie, il est bien clair que la phase descendante doit précéder la phase ascendante, car chaque onde d'irritation apparaît d'abord dans le milieu de la fibre, au point où la fibre nerveuse pénètre dans le muscle, et n'atteint l'extrémité que plus tard. Si l'extrémité inférieure de la fibre est lésée, l'onde d'irritation qui y arrive est sans action, à cause de la négativité qui existe déjà à ce niveau; la seconde phase, phase ascendante, ne se produit donc pas.

L'exactitude de cette explication fut absolument confirmée par des expériences sur le courant d'action phasique de muscles à structure plus régu-

(1) S. Mayer, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1868, p. 655.
(2) Du Bois-Reymond, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1873, p. 584.
(3) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XV, p. 235. 1877.
(4) Du Bois-Reymond, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1873-1876.
(5) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 236.

lière (1). On y vit se produire, dans chaque moitié, avec une régularité absolue, d'abord une phase atterminale, et ensuite une phase abterminale (voyez fig. 6). Les phases atterminales des deux moitiés (1, fig. 6) se produisent dans le même temps; elles ont leur origine à la naissance de l'onde d'irritation dans le milieu de la fibre : le milieu de la fibre est négatif par rapport aux deux extrémités. De même, les phases abterminales des deux moitiés se produisent en même temps (2, fig. 6); elles ont leur origine à l'arrivée de l'onde d'irritation aux deux extrémités de la fibre; les extrémités sont alors négatives par rapport au milieu de la fibre.

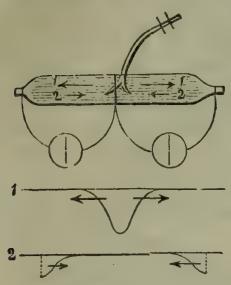


Fig. 6.

C'était en même temps une preuve directe que, dans le cas d'excitation portée sur le nerf, celle-ci parcourt le muscle sous forme d'onde; il devenait encore évident que la force du courant d'action n'a pas son siége aux extrémités des fibres. Mais ces expériences démontrèrent aussi que l'onde d'irritation décroît à mesure qu'elle progresse dans le muscle isolé du corps. La seconde phase, la phase abterminale, est, en effet, toujours beaucoup plus faible que la phase atterminale (cette différence est représentée dans la figure 6 par la longueur des flèches et par la hauteur des ondes d'action); elle diminue encore davantage pendant la durée de l'expérience.

Le courant d'action dans le muscle entièrement intact chez l'homme vivant. — Chez l'homme vivant, on n'a pu, à cause des nombreux obstacles que présente la peau, résoudre la question de savoir si le muscle au repos est parcouru par un courant. Du Bois-Reymond a pu cependant constater l'existence d'un courant ascendant dans le cas de forte contraction volontaire des muscles du bras ou de la jambe, et il le considéra comme la somme algébrique des courants d'action tétaniques des muscles fortement contractés; cette explication parut plus vraisemblable que toute une série d'autres tentatives d'explication (2). Je n'ai pu, cependant, découvrir ce courant dans la dérivation la plus favorable d'un groupe unique de muscles (3.)

L'importante question de savoir si le décroissement de l'onde d'irritation ne se produit que sur le muscle mourant, ne pouvait être tranchée qu'en expérimentant sur des personnes vivantes. Mais, comme on ne peut guère, à cause de divers obstacles, étudier le courant d'action tétanique, j'expérimentai sur le courant d'action phasique aux muscles de l'avant-bras (4). Les phénomènes qui se produisirent furent exactement les mêmes que j'avais déjà observés chez la grenouille : la première phase est un courant atterminal, dans lequel la région de l'équateur nerveux (situé environ à 10 centimètres au-dessous du coude) est négative par rapport aux deux extrémités; la seconde phase est

(1) *Arch. f. d. des. Physiol.*, XVI, p. 239.
(2) Du Bois-Reymond, *Untersuchungen*, II, Abth. 2, p. 267.
(3) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 257. 1877.
(4) *Ibid.* XVI, p. 410. 1878.

abterminale, c'est-à-dire que les deux extrémités sont négatives par rapport à l'équateur (voyez les flèches dans la fig. 7). Mais, différente en ceci de ce qui se passe dans le muscle de la grenouille séparé du corps, la seconde phase ne se montra pas plus faible que la première; l'onde d'irritation ne diminue donc pas dans le muscle entièrement normal. Ces expériences, qui furent les premières sur les lois de l'action musculaire chez l'homme vivant, firent en même temps connaître approximativement la vitesse de propagation des ondes dans le muscle humain : cette vitesse est de 10 à 13 mètres par seconde.

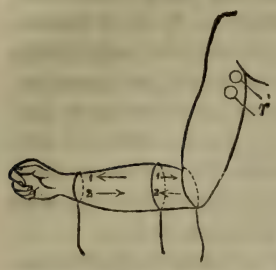


Fig. 7.

Absence des courants d'action, quand ils ne sont provoqués ni par l'égalisation, ni par la phase, ni par le décroissement. — Lorsqu'on excite directement dans sa totalité un muscle intact et sans courant, il ne se produit pas de courant d'action, comme je l'ai montré, aussi bien pour des secousses isolées que pour le tétanos (1). La raison en est que toute la substance passe simultanément à un égal degré d'irritation, en sorte que nulle part il n'y a contact entre la substance excitée et la substance non excitée ou moins excitée.

Lorsque au contraire un muscle a une coupe transversale artificielle, et par conséquent un courant de démarcation, il se produit dans le cas d'irritation totale un courant d'action égalisateur, qui diminue le courant de repos (Ruhestrom) (2).

Lorsqu'un muscle est tétanisé par le nerf, il ne peut s'y produire de courants d'action que si l'onde d'irritation n'a pas partout la même intensité. En effet, il n'est pas possible de démontrer la présence d'un courant d'action tétanique dans les muscles humains dans lesquels, à l'état absolument normal, il n'y a pas de décroissement de l'onde. Par une excitation très-violente et fatigante, j'ai pu produire quelquefois aussi chez l'homme un courant d'action tétanique ; mais l'expérience ne réussit pas toujours, soit que le muscle humain oppose une grande résistance à l'influence de la fatigue, qui nuit à la transmission de l'excitation, soit que des effets secondaires de l'excitation viennent troubler l'expérience (3). Par de nouvelles recherches qui sont en voie de publication (4), je démontre que l'excitation détermine un courant cutané sécrétoire et dirigé de dehors en dedans. Ce courant est la vraie cause de la négativité du côté qui fait l'effort, par rapport au côté qui reste au repos, lorsqu'un membre fait des efforts volontaires et qu'il y a dérivation symétrique ; ce courant est donc la cause déterminante du courant que du Bois-Reymond avait pris pour le courant d'action musculaire de l'homme. D'ailleurs, Becquerel père avait déjà, en 1850, soupçonné ce fait.

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, p. 203. 1877.
(2) *Ibid.*, XV, p. 238 ; XVI, p. 203. 1877.
(3) *Ibid.*, XVI, p. 416. 1878.
(4) Ces recherches ont été publiées depuis, *Arch. f. d. ges. Physiol.* XVII, p. 291. 310. 1878.

B. — Dans les nerfs.

Les courants d'action du nerf intact. — D'après Helmholtz, des ondes d'irritation parcourent la fibre nerveuse entièrement intacte avec une vitesse de 28 mètres par seconde (pour la grenouille). Un arc conducteur, appliqué sur deux points du nerf, montrerait donc, si l'irritation passe par ses extrémités, un courant d'action phasique ayant d'abord dans le nerf la même direction que l'onde, ensuite la direction opposée. On n'a pas pu cependant jusqu'à présent observer des courants d'action aussi passagers. Puisque l'onde d'irritation ne diminue pas dans le nerf, les deux phases seraient pareilles, et dans le tétanos, où leur somme algébrique (qui est égale à zéro) entre en ligne de compte, il ne se produit donc pas de courant d'action dans le nerf intact.

Le courant d'action du nerf coupé. — Le courant d'action du nerf coupé artificiellement en travers a été découvert par du Bois-Reymond ; il est égalisateur, et consiste par conséquent en une diminution du courant d'action continu. Du Bois-Reymond n'a observé ce courant que dans le tétanos. Mais Bernstein réussit aussi à le noter à l'aide de son appareil (p. 13), pour des ondes d'irritation isolées. Lorsque l'arc dérivateur est appliqué sur la coupe transversale artificielle et sur un point de la coupe longitudinale, la diminution du courant de repos commence au moment où l'irritation passe au niveau de ce point de la coupe longitudinale. En changeant de place le point de la coupe longitudinale, on observe la marche et la durée de l'onde d'irritation. Bernstein a vu ainsi que la vitesse est la même que lorsqu'on fait varier la distance de l'endroit d'excitation à un point d'observation donné (muscle ou dérivation de la coupe transversale artificielle). Ainsi se trouve démontré ce fait : que les phénomènes qui se produisent lors de l'irritation sont identiques à l'onde de négativité.

Je montrerai plus loin comment l'onde se comporte au voisinage de la coupe transversale artificielle.

Les courants d'action des nerfs polarisés : l'accroissement polarisatoire de l'irritation. — Les courants électrotoniques (voy. p. 10 et suiv.) subissent, comme Bernstein (1) l'a montré en 1866, si on irrite un nerf, une diminution semblable à celle du courant d'une coupe transversale artificielle. Partisan de la théorie moléculaire, Bernstein expliqua ce phénomène de la façon suivante : puisque les courants électrotoniques sont dus à un changement de disposition des molécules, et que la force de chaque molécule diminue par l'irritation, le courant électrotonique doit aussi diminuer par l'irritation. Ce fait paraissait donc confirmer de tous points la théorie.

Mais, d'après l'autre théorie (voy. p. 12), les courants électrotoniques ne sont que des branches du courant polarisant, ayant pour condition la polarisation intérieure du nerf. Comme ces branches ne peuvent varier par l'irritation, je conclus que cette diminution apparente repose sur la naissance d'un courant

(1) Bernstein, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1866, p. 596.

d'action causé par la polarisation et dirigé en sens inverse du courant polarisant. Comme cause de ce courant d'action, j'admettais que l'onde d'irritation ne conserve pas son amplitude quand elle parcourt des nerfs polarisés, mais que celle-ci augmente quand l'onde approche d'endroits du nerf à polarisation positive plus forte ou à polarisation négative plus faible, et qu'elle décroît dans les cas contraires (théorie de « la croissance polarisatoire de l'irritation ») (1). On voit facilement que cette hypothèse explique le fait observé par Bernstein.

Si cette supposition est fondée, l'irritation doit atteindre un maximum à l'anode du courant polarisant, et un minimum à la cathode ; il doit donc se produire dans les endroits intrapolaires un courant d'action assez fort, dirigé dans le sens du courant polarisant, et le renforçant par conséquent.

Je trouvai en effet aussitôt que ce courant d'action existe toujours (2), et plus tard j'appris que la même observation avait été faite par Grünhagen, qui en avait donné une explication toute différente : il y voyait l'effet d'une diminution de résistance produite dans le nerf par l'irritation ; cette irritation fortifierait en effet le courant transmis (3). Même avant que j'eusse connaissance de cette observation de Grünhagen, j'avais examiné la possibilité de cette explication, et nombre de faits m'avaient fait voir qu'il y avait là véritablement une nouvelle force électromotrice et non une diminution de résistance (4). Plus tard, je trouvai encore une preuve plus positive ; la résistance transversale des nerfs n'est nullement diminuée par l'irritation ; l'irritation n'a aucune influence sur la résistance des nerfs (5).

Autres confirmations physiologiques de la théorie de l'accroissement polarisatoire. — Pour se représenter la théorie de l'accroissement polarisatoire, qu'on se figure le long du nerf horizontal un axe d'abscisse, *nn'*, fig. 5 (p. 11); qu'on se figure en outre la somme des polarisations disposée dans le sens vertical, comme des coordonnées, mais en plaçant, par exception, les polarisations positives en bas et les négatives en haut. On obtient alors la courbe de polarisation *n* K *i* A *n'*, dont il a été déjà question page 11, et dont le point inférieur correspond à l'anode et le point supérieur à la cathode. Que le long de cette courbe roule maintenant une sphère *e* sans frottement qui arrive d'une distance infinie avec une certaine vitesse primitive horizontale. La force vive de cette sphère peut représenter alors la grandeur de l'irritation. On trouve aussitôt que la force primitive augmente au-dessous de l'abscisse, c'est-à-dire dans la région de l'anélectrotonus, et qu'elle diminue au-dessus, c'est-à-dire dans le catélectrotonus. Si la force primitive est insuffisante, la sphère ne pourra pas atteindre le sommet de la montagne catélectrotonique; l'irritation ne pourra donc pas dépasser la cathode. Si, de plus, la sphère est lancée avec une certaine force primitive sur une partie basse (anélectrotonique) de la courbe, elle arrivera, avec une force amoindrie, en dehors du domaine de la polarisation. Si elle part, au contraire, avec une force primitive donnée,

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI, p. 359, 1872 ; VII, p. 323, 1873.
(2) *Ibid.*, VI, p. 560, 1872 ; VIII, p. 355, 1873 ; X, p. 215, 1875.
(3) Grünhagen, *Zeitschr. f. rationelle Med.* (3) XXXVI. p. 132. 1869.
(4) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, X, p. 215. 1875.
(5) *Ibid.*, XII, p. 151. 1875.

d'un niveau élevé (catélectrotonique), elle arrive au-dehors avec une plus grande force.

Toutes ces conséquences se trouvent confirmées en partie par des expériences connues depuis longtemps, en partie par des expériences nouvelles. Les recherches d'Eckhard et de Pflüger ont montré que l'effet produit dans le muscle par une excitation donnée est plus grand quand elle rencontre un endroit où le nerf est en catélectrotonus, et moindre, au contraire, quand l'endroit excité est en anélectrotonus. On voit que ces faits se laissent, par notre loi, aussi complétement expliquer que par l'hypothèse ordinaire, qui consiste à admettre que l'anélectrotonus diminue l'excitabilité des nerfs, tandis que le catélectrotonus l'augmente (1). On connaît, en outre, toute une série de faits qui montrent que, dans les cas de polarisation suffisamment forte ou d'excitation suffisamment faible, l'irritation ne peut pas dépasser la cathode (2). Si on considère encore que l'irritation a un maximum qu'il est impossible de surpasser, on peut conclure que, même dans le cas de passage par l'anode, il doit y avoir, dans certaines circonstances, une diminution définitive de la grandeur de l'irritation (3).

Enfin, une coupe transversale artificielle, à cause de l'extension du courant de démarcation le long du nerf, polarise négativement (catélectrotonus) les fibres voisines de la coupe transversale (4). Ce fait explique, du moins en

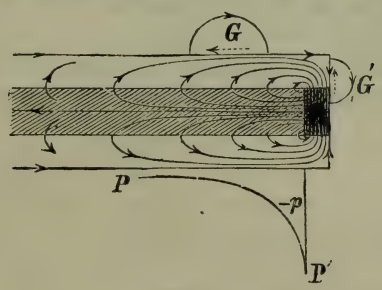


Fig. 8.

grande partie, les « courants faibles de coupes longitudinales (5) ». Si une excitation est portée sur le nerf dans le voisinage de la coupe transversale, son

(1) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VII, p. 325, 497. 1873.
(2) *Ibid.* VII, p. 354. 1873 ; X, p. 226. 1875.
(3) *Ibid.* VII, p. 361.1873.
(4) *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VII, p. 363. 1873. — Cette polarisation existe naturellement aussi lorsque le courant de démarcation n'est pas dérivé ou que la branche de son courant, conduite vers l'extérieur, est compensée par un courant contraire ; dans le dernier cas, le nerf se comporte d'après le principe de Bosscha, comme si l'on ne lui avait pas appliqué un arc dérivateur. Voyez ci-dessus, p. 8, et *Arch. f. d. ges. Physiol.*, IX, p. 29. 1874 ; X, p. 237. 1875.
(5) Dans la figure 8, le noyau de la fibre nerveuse est marqué de hachures obliques. Déjà sans polarisation du noyau, le courant de démarcation s'étendrait d'une manière analogue à celle que la figure représente, de sorte que les arcs galvanométriques G et G' reçoivent les courants faibles de la coupe longitudinale et de la coupe transversale de du Bois-Reymond. Mais la polarisation provoque l'extension à une bien plus grande longueur du noyau, et la courbe de polarisation PP' naît en même temps.

action, d'après la loi de l'accroissement, doit être plus puissante, et c'est, en effet, ce qui a lieu. Enfin, suivant la même théorie, une onde d'irritation qui parcourt un nerf, en se dirigeant vers la coupe transversale, doit diminuer notablement avant d'atteindre cette coupe transversale.

V. — Observations finales.

Tous les phénomènes électriques des muscles et des nerfs peuvent donc être déduits de quelques principes très-simples. Le protoplasma irritable répond par une réaction électromotrice aussi bien aux influences mortelles qu'aux influences irritantes ; la substance modifiée est négativement électrique par rapport à la substance non modifiée. La polarisabilité transversale intérieure et l'accroissement polarisateur de l'irritation, doivent entrer en ligne de compte pour l'explication complète de tous les faits.

Personne ne mettra en doute que les principes fondamentaux acquis ne soient dans le plus intime rapport avec toute la vie des tissus irritables. Il y a cependant encore de nombreuses expériences à faire avant qu'on puisse complétement se rendre compte de cette relation.

Les opinions formulées il y a plus de trente ans, d'après les faits alors connus, ont dû disparaître devant nos connaissances plus complètes ; mais, malgré cela, le domaine de l'électricité animale n'a fait que gagner en intérêt physiologique, et le mérite du savant qui a tout à la fois inauguré cette branche de la science, créé sa méthode, découvert ses faits fondamentaux, n'est nullement diminué à cause d'une explication différente de celle qu'il a donnée.

(*Traduit par* R. Blanchard.)

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

De l'absorption des matières colorantes par les radicelles des plantes, par MM. Max Cornu et E. Mer.

Des dernières expériences faites sur ce sujet, on avait tiré la conséquence que les solutions de matières colorantes ne peuvent pénétrer dans les radicelles intactes. Cette conclusion concordait du reste avec l'opinion généralement admise, que ces substances ne sont pas absorbées par les cellules vivantes et ne colorent le protoplasma qu'après l'avoir tué. Diverses observations faites récemment en Allemagne et en France, et dont quelques-unes sont dues à l'un de nous (1), ont montré que cette opinion est trop absolue. Mais elles n'avaient eu pour objet que des animaux, et il était intéressant de s'assurer si les conséquences qui en découlaient étaient applicables aux végétaux. C'est dans ce but que nous avons entrepris quelques expériences, tant sur des radicelles intactes que sur d'autres sectionnées, et en nous servant de matières colorantes qu'on n'avait pas encore ou très-rarement employées. Nous avons expérimenté principalement sur des plantes bulbeuses (*Jacynthus, Croccus, Narcissus*, *Alleius cepa*) dont les racines assez volumineuses, peu ramifiées, et se développant abondamment en hiver, saison où nous avons pu nous réunir, se prêtent bien à ces sortes de recherches. Nous avons eu soin de faire reposer les bulbes sur le goulot des flacons renfermant les solutions colorées, et de maintenir entre le plateau de ces bulbes et le niveau du liquide une distance de plusieurs centimètres.

Nous avons employé des solutions faites avec les substances suivantes : carmin d'indigo $\frac{1}{500}$, campêche $\frac{1}{1000}$, orseille $\frac{1}{100}$, baies sèches de *Phytolacca*, bleu d'aniline, $\frac{1}{5000}$ et $\frac{1}{1000}$, fuchsine $\frac{1}{50000}$ et $\frac{1}{10000}$. Dans toutes ces solutions, les radicelles ont pu vivre et se développer. Mais seule la fuchsine est parvenue à colorer leur intérieur. De là deux catégories de substances. Parmi celles de la première, c'est le bleu d'aniline qui, grâce à son grand pouvoir tinctorial, nous a donné les resultats les plus nets. Nous allons en parler tout d'abord, nous décrirons ensuite les effets obtenus avec la fuchsine.

Bleu d'aniline. Dans une solution au $\frac{1}{5000}$, les radicelles continuent à s'allonger et peuvent vivre trois ou quatre semaines. Dans une solution au $\frac{1}{1000}$, elles s'accroissent encore pendant quelques jours : aussi l'épiderme, qui

(1) Recherches sur l'absorption cutanée dans l'*Helix pamatia*, par M. E. Mer. (Bulletin de la société de Biologie, 14 avril 1877.)

se colore vivement dans toute la partie immergée, est-il un peu plus pâle au niveau de l'extrémité végétative, parce qu'il a été moins longtemps en contact avec le liquide. Le protoplasma des cellules exfoliées de la coiffe et surtout le noyau sont d'un bleu intense. Si l'immersion se prolonge au delà de quelques jours, l'allongement se ralentit d'abord, puis s'arrête complétement. Le point végétatif reste encore un certain temps en bon état ; car, transportées dans l'eau, les radicelles recommencent à s'accroître. Sur des coupes, on constate que les parois des cellules de l'épiderme et parfois de la couche sous-jacente sont seules colorées, le cylindre central restant complétement incolore. Au bout d'un certain temps de séjour dans la solution de $\frac{1}{1000}$, le point végétatif finit cependant par être tué et par se colorer très-vivement.

Les résultats sont différents si l'on immerge une racine sectionnée : le cylindre central bleuit alors rapidement jusqu'au bulbe. Cette coloration atteint la paroi et le contenu des vaisseaux, les épaississements et le protoplasma de la gaîne protectrice. Puisque ces éléments se colorent quand ils sont en contact avec le bleu d'aniline, en doit en conclure que, s'il n'en est pas de même dans les racines intactes, c'est parce que cette substance ne pénètre pas jusqu'à eux.

Fuchsine. — Dans une solution au $\frac{1}{80000}$, les radicelles s'accroissent encore pendant plusieurs semaines. L'épiderme se colore de plus en plus. Il en est de même du protoplasma dans les cellules vivantes de la coiffe, alors que le noyau demeure incolore, au moins dans le début. La teinte rosée envahit ensuite peu à peu le centre, sans que le point végétatif soit détruit, car la radicelle continue à s'allonger, surtout si on la transporte ensuite dans l'eau. Lorsqu'on examine une coupe transversale, au niveau où commence à se dessiner le cylindre central, on remarque que les spiricules des trachées, ainsi que les épaississements des cellules de la membrane protectrice, sont colorés, et qu'entre ces éléments et l'épiderme se trouve tout un massif de cellules incolores. Comme d'ailleurs cette coloration du cylindre central, à son origine, s'observe même sur des radicelles dont l'extrémité n'est encore colorée que dans les assises périphériques, on doit en conclure que la matière colorante est arrivée au cylindre central radialement et non de bas en haut, qu'elle a dû pour cela traverser les assises internes de l'écorce sans laisser trace de son passage (1). Sur une section plus âgée, l'épiderme seul et parfois la couche de cellules sous-jacente sont colorés. Le cylindre central ne l'est pas encore. Le protoplasma jeune a donc plus d'affinité pour la fuchsine que lorsqu'il est âgé, et il en a plus que le noyau, puisqu'il se colore avant lui. Les radicelles, transportées ensuite dans l'eau, peuvent se décolorer lentement; mais, même au bout de deux mois, il subsiste des traces de coloration dans les parois des cellules épidermiques, des cellules de la gaîne protectrice et des vaisseaux. Ainsi, contrairement à l'opinion admise autrefois, le proto-

(1) On n'est donc pas autorisé à dire que des matières colorantes n'ont pas traversé certains tissus, parce que ceux-ci ne se sont pas colorés. Des éléments anatomiques peuvent rester incolores en présence de certaines matières colorantes. C'est ainsi que la superficie des radicelles plongées dans une solution de carmin d'indigo au $\frac{1}{500}$ bleuit à peine.

plasma est capable d'accumuler lentement certaines matières colorantes sans être tué, à condition que celles-ci lui soient offertes dans un état satisfaisant de dilution, puis il peut les éliminer.

Dans une solution plus concentrée $\frac{1}{10000}$, les résultats ci-dessus s'obtiennent en quelques heures ; mais, l'accumulation des matières colorantes se faisant alors plus rapidement, la mort du point végétatif arrive aussi plus vite ; car, si le protoplasma peut vivre associé à une certaine dose de matière colorante, il périt quand cette limite est dépassée.

Sur une radicelle coupée et immergée, les effets obtenus sont à peu près les mêmes. Le cylindre central se colore seulement avec plus de rapidité, mais jusqu'à une faible distance de la section : ce qui, sous ce rapport, établit une grande différence entre la fuchsine et le bleu d'aniline.

Les expériences qui viennent d'être décrites, ont été faites au laboratoire de M. Ch. Robin, dirigé par M. G. Pouchet.

Ueber die concentrischen Körper der Thymus (Sur les corps concentriques du thymus). — *Weitere Untersuchungen ueber den Bau u. die Entwicklung der Thymus u. der Winterschlafdrüse der Sæugethiere.* (Suite des recherches sur la structure et le développement du thymus et de la glande du sommeil hibernal chez les mammifères), par le Dr B. Afanassiew, de Saint-Pétersbourg. (*Arch. für mikr. Anat.* nos de mai et de nov. 1877.) — *Étude sur le thymus*, thèse, Paris 1877, par Mme A. Dahms.

Les recherches exposées dans les deux mémoires ont été faites à l'Institut anatomique de Strasbourg. Le premier travail a trait seulement à la formation des globules concentriques dans le thymus ; le second, beaucoup plus étendu, comprend à la fois l'anatomie et l'histologie comparées et l'embryogénie de cet organe. Nous ne suivrons pas l'auteur dans ses développements historiques et critiques ; nous désirons seulement signaler les points les plus importants par lesquels sa description diffère de celles qui ont été données jusqu'à ce jour pour le thymus des animaux supérieurs.

D'après A..., le thymus est composé essentiellement de follicules arrondis ou ovoïdes réunis en lobules et en lobes par la charpente conjonctive de l'organe. Chaque follicule n'est en quelque sorte qu'une lacune creusée dans le tissu connectif ambiant ; ce dernier envoie dans l'intérieur de la cavité des travées minces renfermant les vaisseaux et les nerfs ; les intervalles qui demeurent entre ces parties sont comblés par un tissu réticulé englobant dans ses mailles des corpuscules de la lymphe. Le réticulum est formé dans les premiers temps de cellules étoilées anastomosées par leurs prolongements ; plus tard, ces cellules se transforment en fibres d'une grosseur variable, et leurs noyaux, entourés d'une petite zone de protoplasma, persistent sous forme de cellules plates appliquées sur les points nodaux du tissu réticulé (ceci d'après Waldeyer). Ces éléments affectent, chez le rat, la forme lamelleuse

composée (cellules en roue à palettes). Voy. Waldeyer, *Arch. f. mikr. Anat.* 1875. *Ueber Bindegewebszellen.*) Chez le même animal, le tissu conjonctif interfolliculaire de la portion cervicale du thymus prend, par places, l'aspect d'un réticulum renfermant des éléments de la lymphe, comme celui des follicules, quoique en plus petit nombre.

Les vaisseaux sanguins sont distribués de telle manière que chaque groupe de follicules reçoit une ramification artérielle spéciale ; les capillaires forment un lacis serré à la périphérie du follicule et un réseau plus lâche dans son épaisseur. Les lymphatiques ont été mis en évidence par des injections fines à la gélatine nitratée ou au bleu de Prusse. La masse à injection, après avoir rempli les troncs qui serpentent dans la trame connective inter-folliculaire et inter-lobulaire, s'épanche en nappe à la surface du follicule, puis pénètre à l'intérieur, en suivant le trajet des vaisseaux sanguins, et se répand finalement dans le tissu réticulé. D'après cela, l'origine des lymphatiques se trouve dans les mailles du réticulum; les lacunes inter-cellulaires confluent vers des espaces plus larges, qui forment sans doute des gaînes périvasculaires aboutissant à des sinus placés au pourtour du follicule; de ces sinus partent les conduits efférents. Après avoir constaté la grande analogie qu'offrent les cellules du thymus avec les éléments de la lymphe, l'auteur n'hésite pas à conclure que cet organe remplit, pendant la vie intra-utérine, les fonctions d'une glande lymphatique.

Plus tard, dit-il, lorsque le système lymphatique est développé et que l'organisme n'a plus besoin d'une aussi grande quantité de cellules indifférentes, on voit survenir la régression du thymus, qui disparaît peu à peu, remplacé par du tissu adipeux.

Le début de cette décadence est marqué par l'apparition des corps concentriques. Contrairement à tous les observateurs qui l'ont précédé, A... fait provenir ces corps d'une prolifération de l'endothelium vasculaire. D'après lui, on verrait se produire ainsi des sortes de bouchons dans les petits vaisseaux, notamment dans les veines; ce fait expliquerait et l'atrophie de la glande, qui résulterait d'une suppression progressive de la circulation, et l'assertion de Hassall, qui mentionne la présence des corps concentriques dans le sang.

A... apporte un grand nombre d'arguments en faveur de son opinion. Il a suivi pas à pas la multiplication des cellules endothéliales; il constate qu'elle est plus ou moins prononcée selon le point qu'on examine, et qu'on peut trouver des vaisseaux présentant sur leur coupe un aspect moniliforme. De même que Jendrassik, il a vu des globules rouges du sang dans le centre des perles épithéliales, et il est parvenu à y faire pénétrer ses injections. Les concrétions sont rattachées les unes aux autres par des tractus de tissu conjonctif qui représentent les restes des vaisseaux oblitérés ; elles peuvent affecter la forme de longs cylindres lorsque la prolifération s'est effectuée uniformément sur une certaine longueur dans une veinule ou dans un capillaire. Enfin la plupart des auteurs qui ont écrit sur la question ont signalé, sans les expliquer, les rapports intimes qui existent entre les corps concentriques et le réseau vasculaire.

A mesure que la circulation se ralentit, on voit sortir des vaisseaux un grand nombre de globules rouges et blancs qui se répandent dans le parenchyme de la glande. La présence de ces éléments devient le point de départ de deux ordres de phénomènes régressifs, dont l'intensité diffère d'un animal à l'autre : la production de pigment et une prolifération du tissu conjonctif, qui débute au voisinage des vaisseaux et envahit peu à peu la totalité du follicule. Les corps concentriques eux-mêmes dégénèrent et disparaissent ; c'est pourquoi leur nombre diminue à partir d'un certain âge. On ne pourrait pas fixer, même d'une manière approximative, le moment où commence l'atrophie du thymus, car il y a, à cet égard, de très-grandes variations individuelles. Ainsi Waldeyer et Krause ont constaté le thymus sur des sujets ayant dépassé l'âge adulte, tandis qu'on trouve souvent la glande en pleine décadence chez des enfants de deux à trois ans. Chez l'homme et beaucoup de mammifères, des corps concentriques apparaissent vers la fin de la vie intra-utérine, parfois déjà au sixième mois; mais, à ce moment, il n'y a que quelques rares follicules qui soient frappés d'atrophie, le reste de la glande continuant à naitre et à se développer.

Les aspects très-différents que présentent les corps épithéliaux, dans les stades successifs de leur évolution, font comprendre les divergences existant à ce sujet entre les auteurs qui en ont donné la description. Ces corps doivent être rapprochés des productions endothéliales signalées par plusieurs observateurs dans certains tissus pathologiques, et notamment par Kœster dans les lymphatiques avoisinant des cancroïdes de la peau et des muqueuses dermo-papillaires. Les données relatives à l'apparition du thymus chez l'embryon sont fort incomplètes. Chez le poulet, on voit naître, du cinquième au sixième jour, dans la région cervicale, une masse cellulaire qui se forme par une différenciation des éléments du feuillet moyen. Vers le huitième jour, cette masse s'entoure d'un réseau vasculaire et d'une zone de fibres lamineuses ; la lendemain, on aperçoit quelques échancrures à la périphérie, et, dès le dixième jour, on distingue des lobules glandulaires à peu près parfaits. Les choses se passent d'une manière analogue chez les mammifères. Ce mémoire contient encore une description minutieuse de la glande dite du sommeil hibernal (Winterschlafdrüse) qui existe chez certains animaux, et dont la structure ressemble beaucoup à celle du thymus.

Il ne sera pas sans intérêt de mettre en regard de cette analyse un exposé sommaire des résultats obtenus par un autre observateur dont les recherches, contemporaines de celles du Dr Afanassiew, ont été faites à Paris. Les opinions émises par les deux auteurs diffèrent à tel point que nous avons dû renoncer à les comparer.

Me A. Dahms, après avoir insisté sur l'absence du canal ou cordon central admis par Cooper, Kölliker, etc., décrit comme il suit la structure du thymus : Une capsule mince, mais résistante, du tissu conjonctif mélangé de fibres élastiques, enveloppe complétement la glande; cette capsule envoie dans l'intérieur de l'organe de nombreux prolongements qui renferment les vaisseaux et les nerfs, et qui s'épaississent pour former une paroi spéciale à chaque lobule. Les follicules glandulaires se composent d'un réticulum très-

délicat de corpuscules conjonctifs étoilés et de cellules épithéliales remplissant les mailles de cette charpente. Ces cellules, qui constituent l'élément essentiel du thymus, appartiennent à deux variétés: les unes, de beaucoup les plus nombreuses, mesurent 7-8 μ de diamètre, et leur noyeau occupe presque toute la largeur de l'élément; les autres sont des cellules sphériques ou polyédriques de 30-40 μ de diamètre, renfermant un ou plusieurs noyaux.

C'est aux dépens de cet épithélium, comme l'ont admis depuis longtemps MM. Robin et Verneuil, que prennent naissance les corpuscules à couches concentriques. Jamais l'auteur n'a pu constater l'adhérence intime de ces corps aux ramifications vasculaires telle qu'elle a été signalée par His, par MM. Ranvier et Afanassiew. Ces perles épidermiques se trouvent à tous les âges, mais elles deviennent beaucoup plus nombreuses lorsque la régression du thymus commence.

Les vaisseaux sanguins sont décrits d'après His, les lymphatiques d'après Hewson.

Le développement a été étudié plus exactement que dans le travail précédent. L'opinion d'Arnold et de M. Robin, qui font provenir le thymus d'une invagination de la muqueuse respiratoire, se trouve pleinement vérifiée par l'étude de cette glande chez le dauphin (1). Par contre, sa structure chez l'homme et la plupart des mammifères tendrait plutôt à la faire considérer comme une dépendance du feuillet moyen (Simon, Kolliker).

Pour déterminer l'accroissement et le décroissement du thymus aux différents âges, Me Dahms reproduit, sous forme de tracés graphiques, les minutieuses statistiques de Friedleben. Ces tableaux démontrent que l'organe reste stationnaire chez l'homme, à partir de trois ans, et que son poids spécifique diminue avec l'âge, à mesure qu'il se charge d'une plus grande quantité de graisse.

(1) Et chez le porc; voyez Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie humaine et d'histogénie*, p. 805, note

---

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLIÈRE.

Saint Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR LE

DIAGNOSTIC DU SIÈGE DES ANEVRISMES DE L'AORTE

Par le Dr FRANÇOIS-FRANCK

Dans un précédent travail (Journal de l'anatomie, mars 1878), j'ai insisté sur la valeur du retard du pouls radial comparé à droite et à gauche, dans le diagnostic différentiel des anévrismes du tronc brachio-céphalique et de la portion ascendante de la crosse de l'aorte (1).

(1) Je rappellerai ici les conclusions de ce travail.

« I. On sait que le pouls de deux artères symétriques, explorées à une même distance du cœur, retarde d'un temps égal sur le début de la systole cardiaque. Quand l'une des deux artères symétriques présente sur son trajet une tumeur anévrismale, le pouls retarde davantage de ce côté : cette augmentation du retard du pouls prend une véritable importance dans le diagnostic différentiel des anévrismes de telle ou telle partie de la crosse de l'aorte, du tronc brachio-céphalique, de l'origine de la sous-clavière et de la carotide gauches.

« La diminution d'amplitude du pouls radial droit constitue, le plus souvent, un bon signe de l'anévrisme du tronc brachio-céphalique ; mais ce signe peut manquer et être remplacé par une amplitude exagérée du pouls L'augmentation du retard du pouls radial droit, au contraire, est un phénomène constant qui n'est point, comme le précédent, susceptible d'être notablement modifié par des influences étrangères à l'anévrisme.

« Dans l'anévrisme de la portion ascendante de la crosse de l'aorte, l'inégalité d'amplitude des deux pouls radiaux est très fréquente, et la diminution s'opère tantôt à droite, tantôt à gauche : si l'on tient compte du retard du pouls, on trouve ce retard *exagéré des deux côtés* dans l'anévrisme de la portion ascendante de la crosse de l'aorte, *du coté droit seulement* dans l'anévrisme du tronc brachio-céphalique.

« L'existence d'un retard exagéré du pouls radial droit permet d'éliminer le diagnostic d'anévrisme de l'aorte, mais laisse subsister l'hésitation entre un anévrisme du tronc brachio-céphalique et un anévrisme de la portion thoracique de la sous-clavière. Pour établir ce diagnostic différentiel, si important au point de vue de l'intervention chirurgicale, on pourra tenir compte des considérations suivantes : si l'anévrisme siège sur le tronc brachio-céphalique, le retard exagéré du pouls s'observera sur la carotide droite et sur la radiale droite ; si l'anévrisme occupe la partie profonde de la sous-clavière, le retard exagéré du pouls ne sera constaté que sur le trajet des artères du membre supérieur droit ; le pouls de la carotide droite conservera son retard normal sur le début de la systole cardiaque. »

Je développerai, dans le présent mémoire, les indications que peut fournir l'examen comparatif du retard que présente le pouls des artères symétriques et des anévrismes, au point de vue du lieu d'origine de ces anévrismes sur le trajet de l'aorte.

Les cas d'anévrismes de l'aorte que j'ai pu observer en 1878, grâce à l'obligeance de MM. les médecins des hopitaux, sont au nombre de seize. Ils se divisent en trois séries.

Première série. — Anévrismes de la crosse de l'aorte ;

Deuxième série. — Anévrismes de la portion descendante thoracique de l'aorte ;

Troisième série. — Anévrismes de la portion abdominale.

Les anévrismes de la crosse doivent être eux-mêmes distingués, au point de vue du diagnostic du siège :

1° En anévrismes de la *portion ascendante* (siégeant sur un point de l'aorte, de son origine à la naissance du tronc brachio-céphalique) ;

2° En anévrismes de la *portion transversale* (de l'origine du tronc brachio-céphalique à l'origine de la sous-clavière gauche).

C'est en tenant compte de ces divisions que j'exposerai le résultat de l'examen des malades. Dans l'observation résumée qui sera présentée à propos de chacun d'eux, il sera presque exclusivement question des modifications apportées au retard du pouls artériel par l'anévrisme aortique ; mais je signalerai également certains points étrangers à ce sujet, et qui seront étudiés à part dans un autre travail, par exemple, les doubles battements des anévrismes, les influences exagérées des mouvements respiratoires sur la circulation périphérique, etc.

Je m'occuperai donc surtout ici de *la valeur du retard du pouls dans les différentes artères, au point de vue du diagnostic du siège des anévrismes sur le trajet de l'aorte* (1).

(1) Les observations des malades que j'ai examinés devant être publiées avec détail par MM. les médecins des hopitaux, je ne mentionnerai que les faits relatifs au diagnostic du siège des anévrismes.

I. — Anévrismes de la crosse de l'aorte.

§ 1. — **Anévrismes de la portion ascendante.**

Observation I.—Hôpital Saint-Antoine, service du Dr B. Ball, salle Saint-Louis, 27 février 1878 (*examen avec M. Rivet, interne du service*). — Tumeur considérable dans la plèvre droite ; soulèvement en masse de la paroi thoracique ; battements surtout manifestes au niveau du troisième espace intercostal droit, à deux centimètres du sternum. — Cœur abaissé, pulsations du ventricule droit au niveau du creux épigastrique. Pointe du cœur inacessible.

a. Exploration simultanée des pulsations du cœur et des pulsations de la tumeur.

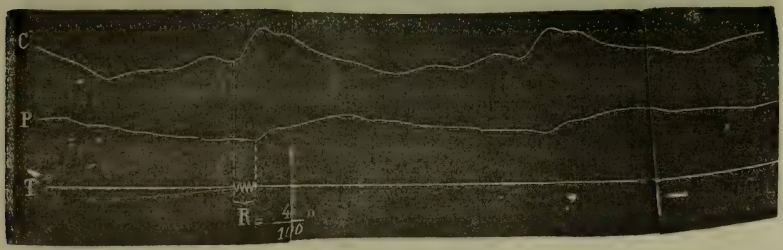


Fig. 1

C. Pulsations du cœur inscrites en même-temps que les battements de la tumeur P. Le retard (R) de ces derniers est de 4 centièmes de seconde comptés sur la ligne T.

Cette première exploration montre que le retard des battements de la tumeur sur le début de la systole cardiaque est de $\frac{4}{100}$ de seconde

Elle montre en outre que la tumeur présente des battements redoublés, que nous retrouverons du reste dans chacune des observations suivantes.

b. Le pouls radial étant trop petit pour pouvoir être inscrit avec le sphygmographe à transmission, j'ai substitué à ce mode d'exploration l'appareil explorateur des changements de volume de la main (1) : on sait que cet appareil *totalise* les pul-

(1) Pour la description et le mode d'emploi de cet appareil, voyez même journal, mars 1878, et comptes rendus du laboratoire de M. Marey. 1876. François-Franck. Mémoire I.

sations des vaisseaux de la main, et peut fournir d'utiles indications sphygmographiques quand le pouls artériel est trop faible pour agir sur le sphygmographe à transmission.

Cette exploration des pulsations totalisées de la main, faite de chaque côté, en même temps que l'exploration des battements du cœur, a mis en évidence un *retard exagéré* du pouls de chaque extrémité. Au lieu du retard normal, qui oscille entre 12 et 14 centièmes de seconde, on a noté chez le malade un retard de 22 centièmes de seconde, c'est-à-dire une augmentation de plus d'un tiers de la valeur normale.

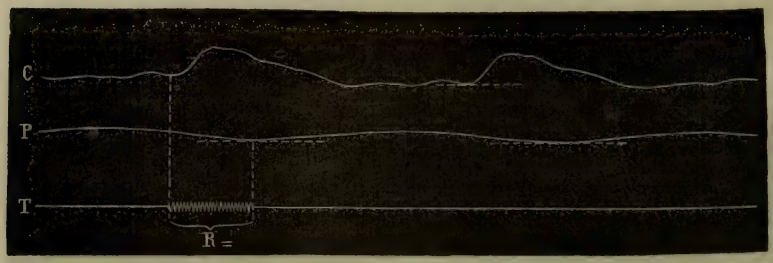


Fig. 2

C Pulsation du cœur. — P Pouls de la main. — R Retard $= \frac{22''}{100}$ compté au diapason sur la ligne T

On a vu, en outre, que ce retard exagéré *était symétrique* à droite et à gauche.

Dans une troisième exploration, ayant pour objet la recherche du retard du pouls carotidien sur la systole cardiaque et la comparaison de ce retard dans chacune des carotides, j'ai constaté, comme dans l'examen du pouls radial, l'exagération absolue du retard du pouls et l'égalité de ce retard dans les deux artères symétriques.

De ces trois explorations il résulte :

1° Que les pulsations de la tumeur retardent sur le début de la systole cardiaque d'un très court intervalle, représenté par $\frac{4}{100}$ de seconde ;

2° Que les pulsations artérielles présentent sur le début de la systole cardiaque un retard exagéré, d'un tiers environ plus considérable que le retard normal ;

3° Que cette exagération du retard se retrouve avec la même valeur dans les artères symétriques.

Je crois que ces signes autorisent les conclusions suivantes :

1° L'anévrisme est situé sur l'aorte à une très faible distance du cœur, puisque le retard de ces battements est extrêmement court ;

2° Il siège en deçà de l'origine du premier tronc fourni par l'aorte, puisqu'on observe une exagération absolue du retard du pouls dans toutes les artères explorées, et avec une valeur égale pour des points également distants du cœur.

J'ajouterai que chez ce malade, comme chez ceux dont il va être question, les mouvements respiratoires agissaient sur la circulation périphérique avec une intensité anormale. Les courbes des changements de volume de la main, par exemple, étaient iufluencées par la respiration d'une façon tellement exagérée, que les petites ondulations dues aux dilatations artérielles rhythmées avec les battements du cœur, étaient pour ainsi dire masquées par les grandes ondulations d'origine respiratoire (1).

Observation II. — Hôpital de Lariboisière, service du Dr Proust, salle Saint-Charles, 29. (*Examen avec M. Berdinel, interne du service.*)

Tumeur à droite du thorax sans saillie extérieure ; légère voussure du sternum ; soulèvements rhythmés de la paroi dans une petite étendue : battements très nets sur un point circonscrit du troisième espace intercostal droit.

1re exploration. — Recherche du retard des pulsations de la tumeur sur la systole cardiaque : retard $\frac{4}{100}$ de seconde.

2e exploration. — Comme dans le cas précédent, pouls radial trop petit pour agir sur le sphygmographe à transmission. On applique l'appareil explorateur des changements du volume de la main successivement à droite et à gauche. Mais chez ce malade, comme chez celui qui précède, les influences respiratoires sur les pulsations totalisées de la main sont telles que, pour pouvoir déterminer le début exact du pouls de la main,

(1) Voy. François-Franck : Note sur les causes multiples du pouls dit « paradoxal. » Société de Biologie, 23 novembre 1878, et Histoire et Critique sur le même sujet (Gazette hebd., janvier 1879.)

on doit faire suspendre la respiration. On constate alors que le retard est un peu moins considérable que chez le malade du Dr Ball, mais qu'il présente cependant une exagération absolue très notable par rapport au retard normal : il équivaut à $\frac{19}{100}$ de seconde, le retard normal étant de 12 à 14 centièmes de seconde.

Le même retard existe des deux côtés.

3e exploration. — Retard du pouls carotidien exagéré à droite et à gauche; pouls des deux artères exactement synchrone. Retard commun : $\frac{15}{100}$ de seconde.

Je ferai remarquer que ce malade présentait une assez grande fréquence de battements du cœur, ce qui peut donner la raison de la valeur moins considérable du retard du pouls que dans le premier cas. On voit que cependant le pouls retarde beaucoup plus que normalement dans les artères symétriques ; d'où la même conclusion que pour la première observation : Anévrysme de la partie ascendante de la crosse de l'aorte.

Observation III. — Hôpital Cochin. Service du Dr Bucquoy, salle Saint-Jean, 5. 7 juin 1878.

Femme.—Tumeur saillante à droite du sternum, au niveau du troisième espace intercostal droit. Doubles battements de la poche. Expansion manifeste à la main.

1re exploration. — Retard des battements de la tumeur sur la systole cardiaque : $\frac{5}{100}$ de seconde.

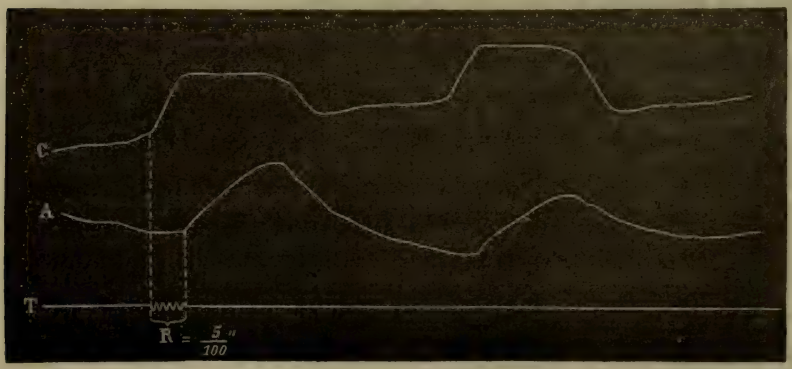


Fig. 3

C Pulsations du cœur. — A Pulsations de la tumeur. — R Retard $= \frac{5}{100}$ de seconde comptés au diapason sur la ligne T

2e et 3e exploration. — Retard exagéré du pouls des artères carotides et radiales ; synchronisme du pouls des artères symétriques.

Conclusions de l'examen identiques aux conclusions des deux observations précédentes : Anévrisme de l'aorte ascendante siégeant en deçà du tronc brachio-céphalique.

Je n'insisterai pas davantage sur les exemples. Les trois précédentes observations semblent suffisantes pour montrer que la localisation de l'anévrisme sur la portion de la crosse comprise entre le tronc brachio-céphalique et l'origine de l'aorte est justifiée par les résultats suivants :

1° *Intervalle très court (4 à 5 centièmes de seconde entre le début de la systole ventriculaire et le début de la pulsation de la tumeur* ;

2° *Intervalle notablement plus considérable que dans les conditions normales entre le début des pulsations artérielles explorées sur plusieurs vaisseaux différents et le début des pulsations du cœur* ;

3° *Identité de ce retard dans les artères symétriques explorées à la même distance du cœur.*

Ces résultats correspondent aux cas bien nets dans lesquels le tronc brachio-céphalique est respecté par la tumeur anévrismale. Mais on comprend que l'anévrisme de la portion ascendante de la crosse puisse ne pas siéger en son point d'élection, c'est-à-dire au niveau de la ligne de réflexion du péricarde ; la tumeur peut se développer plus haut, précisément au voisinage immédiat du tronc brachio-céphalique et en intéresser l'origine. Les signes physiques seront dès lors nécessairement modifiés, mais ils seront modifiés dans un sens prévu : ils résulteront de la combinaison des signes de l'anévrisme aortique et de ceux qui sont propres à l'anévrisme brachio-céphalique. En d'autres termes, on verra persister l'exagération absolue du retard du pouls dans toutes les artères, ce qui est le propre de l'anévrisme siégeant à l'origine de l'aorte ; mais on notera que cette exagération du retard du pouls est plus considérable dans la carotide et dans la radiale droites que dans la carotide et dans la radiale

gauches : or, nous savons que ce dernier cas est celui de l'anévrysme du tronc brachio-céphalique (1).

Cette combinaison des signes de l'anévrisme de la portion ascendante de la crosse aortique et du tronc brachio-céphalique a été observée sur deux malades, chez l'un desquels des diagnostics très divers avaient été portés : on avait tour à tour considéré la tumeur qui fait saillie dans le creux sus-claviculaire droit comme provenant de l'aorte, du tronc brachio-céphalique, de l'origine de la carotide et de la sous-clavière droites : il rérésulte de l'examen comparatif du retard du pouls dans plusieurs artères symétriques que l'anévrime est à la fois aortique et brachio-céphalique. J'ai examiné ce malade avec MM. Dujardin-Beaumetz, C. Paul et Proust.

Voilà donc un cas dans lequel le retard du pouls artériel, comparé dans les artères symétriques, a pu permettre de fixer le siège d'une tumeur anévrismale sur la portion ascendante de la crosse aortique et sur le tronc brachio-céphalique, et cela, comme je l'ai dit, en raison de la combinaison dans un sens prévu des signes propres à l'un et l'autre anévrismes.

Avant de quitter l'étude des anévrismes de la portion ascendante de la crosse de l'aorte, je crois devoir insister sur un point particulier de leur histoire qui présente une grande importance au point de vue qui nous occupe: je veux parler de la coexistence d'une insuffisance aortique et des modifications apportées aux signes tirés de l'examen du retard du pouls par cette lésion valvulaire.

L'insuffisance aortique, observée assez fréquemment chez les malades atteints d'anévrisme de la portion ascendante de la crosse, est généralement considérée comme la conséquence mécanique de l'anévrisme lui-même, quand celui-ci a son point de départ au voisinage de l'orifice aortique. De telle sorte que la constatation de cette lésion chez un sujet atteint d'anévrisme thoracique formant une voussure à droite du ster-

(1) Voy. François-Franck : Recherches sur la valeur diagnostique du retard du pouls dans les anévrismes du tronc brachio-céphalique et de l'aorte. *Journal de l'anatomie*, mars 1878.

num peut, dans une certaine mesure, faire admettre que l'anévrisme siège à la partie initiale de l'aorte.

Or on devrait s'attendre à trouver dans ces cas, où l'anévrisme est d'ordinaire volumineux, le retard du pouls, exagéré au maximum, en raison même de la grande capacité de la poche anévrysmale. L'expérience démontre précisément le contraire : *chez ces malades, le retard du pouls ne dépasse pas les limites physiologiques.* Tel est le fait, paradoxal en apparence, que j'ai observé très nettement chez un malade du Dr Bernutz, (Charité, Saint-Ferdinand, 4), et dont je crois pouvoir fournir l'interprétation.

Chez les sujets atteints d'insuffisance aortique large, j'ai constaté que *le retard du pouls artériel est moins considérable que dans les conditions normales* (1). Ce fait s'accorde, du reste, avec ce que nous savons (2) de la plus grande vitesse de translation des ondes liquides, quand les tubes élastiques qu'elles parcourent sont peu tendus, et quand l'énergie d'impulsion est plus considérable : dans le cas d'insuffisance aortique, en effet, la pression artérielle est basse à cause du reflux diastolique, et l'impulsion imprimée par le cœur à chaque ondée sanguine est énergique, en raison même de l'hypertrophie ventriculaire gauche. La diminution absolue du retard du pouls que j'ai notée dans l'insuffisance aortique, s'explique donc par les conditions mêmes de la circulation, et le résultat inverse auquel était arrivé M. R. Tripier (3), m'a paru s'expliquer également bien en tenant compte de ce fait : qu'il a pu prendre pour évaluer ce retard une phase de la révolution cardiaque précédant le début systolique et coïncidant avec l'instant du reflux de l'aorte dans le ventricule. J'avais déjà émis, dans mon premier travail sur le diagnostic des anévrismes au tronc brachio-céphalique (Journal de l'anatomie, mars 1878), quelques doutes sur la

(1) François-Franck : Société de Biologie, avril 1878. — C. R. Acad. des sciences, août 1878, et thèse de Debord (Sur l'insuffisance aortique). Paris, avril 1878.

(2) Voyez, pour les détails,—*Marey*. Mouvements des ondes liquides. C. R. du laboratoire, 1877.

(3) R. Tripier. — Retard du pouls dans l'insuffisance aortique.— *In* Revue mensuelle, méd. et chir., janvier 1877.

réalité de l'augmentation du retard du pouls carotidien signalée par M. Tripier ; mais je n'avais alors que des raisons théoriques à présenter, tandis qu'aujourd'hui cette opinion que le retard du pouls est en réalité moins considérable : que normalement dans l'insuffisance aortique large, repose sur des observations cliniques, ainsi qne sur des expériences sur lesquelles je reviendrai dans un autre travail (C. R. laboratoire de M. Marey. 1878).

En retenant de ce qui précéde ce fait essentiel : que l'insuffisance aortique entraîne une diminution notable du retard du pouls, on ne doit plus s'étonner que, chez les malades atteints en même temps d'anévrisme de la portion ascendante de l'aorte et d'insuffisance aortique, le pouls ne présente pas de retard exagéré.

En effet, nous avons affaire à deux lésions coexistantes : l'une, l'insuffisance aortique, qui tend à déterminer une diminution notable dans le retard normal du pouls ; l'autre, l'anévrisme de la portion initiale de l'aorte, qui tend à produire au contraire une exagération du même retard. Les effets inverses de ces deux lésions doivent se contre-balancer nécessairement d'une façon plus ou moins complète : le résultat de leur coexistence doit être de ramener le retard du pouls à une valeur voisine de sa valeur physiologique. C'est ce que j'ai constaté chez le malade du Dr Bernutz, qui était, comme je l'ai dit, atteint d'un anévrisme de la portion initiale de l'aorte avec large insuffisance aortique.

Voici, en quelques mots, les résultats de l'examen pratiqué chez ce malade.

Observation IV. — Hôpital de la Charité. Service du Dr Bernutz. — Salle Saint-Ferdinand, 4. — 1er examen, 15 mars ; 2me examen, 24 mars 1878 (*avec M. Benoît, interne du service*).

Tumeur saillante, à droite du sternum. — Expansions en deux temps (doubles battements appréciables à la main). — Doubles battements de la pointe du cœur, qui est fortement abaissée.

1re exploration. — Retard du pouls de la tumeur sur le début de la systole cardiaque, $\frac{4}{100}$ de seconde.

2me exploration. — Retard du pouls artériel snr la systole

cardiaque : il conserve une valeur voisine de la valeur normale, $\frac{15}{100}$ de seconde pour le pouls radial, $\frac{10}{100}$ de seconde pour le pouls carotidien.

3me exploration. — Synchronisme du pouls dans les artères symétriques explorées à une égale distance du cœur.

En outre de ce fait, déjà indiqué, que, chez ce malade, le retard du pouls n'est pas augmenté malgré la présence évidente d'un anévrisme sur le trajet de l'aorte ascendante, et à cause de la coexistence d'une large insuffisance aortique, je signalerai les doubles battements de la tumeur et des grosses artères; la modification considérable imprimée à la forme de la pulsation du cœur par le reflux aortique, se produisant au début de la diastole ; les influences exagérées des mouvements respiratoires sur la circulation périphérique.

Je ne puis insister sur chacun de ces points ; ils trouveront place dans un autre travail, sur un certain nombre de phénomènes présentés par les anévrismes des grosses artères.

Je résumerai seulement ce qui précède dans la proposition suivante :

L'anévrisme de la portion initiale de l'aorte coexistant avec une insuffisance aortique large, on n'observe pas l'exagération générale du retard du pouls qui est caractéristique de l'anévrisme siégeant à ce niveau : l'influence retardatrice de l'anévrisme est contre-balancée par l'influence inverse de l'insuffisance aortique : la résultante de ces deux effets opposés qui se combinent, est la conservation de la valeur normale ou presque normale du retard du pouls.

§ 2. — **Anévrismes de la portion transversale de la crosse de l'aorte.**

Dans le seul cas d'anévrisme limité à la portion transversale de la crosse de l'aorte que j'ai eu à examiner, les troncs artériels émanant de la convexité de la crosse étaient tous implantés sur le sac. Il en résulte qu'au point de vue du retard du pouls, cette forme d'anévrisme de la portion transversale est tout à fait comparable aux anévrismes de la portion ascendante de la crosse. En effet, la dilatation aortique siégeant *à l'origine* des

troncs brachio-céphalique, carotide gauche et sous-clavière gauche, entraîne dans la circulation artérielle du cou, de la tête et des membres supérieurs, les mêmes modifications que s'il siégeait *en deça* de l'origine de ces vaisseaux. Dans des cas de ce genre, la comparaison du retard du pouls dans les artères symétriques des membres et du cou fournit donc les mêmes résultats que s'il s'agissait d'un anévrisme de l'aorte ascendante. Mais le siège de la tumeur anévrismale occupant la portion transversale de la crosse ne peut guère laisser d'hésitation : tandis que l'anévrysme de la portion ascendante fait saillie à droite du sternum, celui de la portion transversale présente, à un certain degré de développement, un point saillant soit au niveau de la fourchette sternale, soit en arrière de la portion sternale de l'un ou l'autre muscle sterno-cleido-mastoïdien.

C'est donc plutôt avec les anévrismes du tronc brachio-céphalique, et avec ceux de la partie intra-thoracique de la carotide gauche ou de la sous-clavière gauche, qu'on peut avoir à établir le diagnostic différent et des anévrismes de la portion transversale de la crosse de l'aorte.

Ce diagnostic reposera, comme il est facile de le prévoir, sur ce fait essentiel : que le retard du pouls présentera une exagération semblable dans toutes les artères symétriques explorées à une même distance du cœur, s'il s'agit d'un anévrisme de la portion transversale de la crosse aortique intéressant l'origine des troncs artériels fournis par cette portion de l'aorte, tandis que le pouls ne présentera de retard exagéré que sur le trajet des branches du vaisseau anévrismatique à son origine, s'il s'agit d'un anévrisme de l'une des artères fournies par la crosse de l'aorte.

Il faut dire, du reste, qu'on pourra toujours conserver quelque doute sur la participation de l'aorte elle-même à la dilatation anévrismale siégeant à l'origine de l'une des branches de la crosse aortique : c'est là une question de siège précis qu'il me paraît impossible de résoudre pour le moment avec les moyens dont nous disposons.

§ 3. — **Anévrismes de la portion descendante de l'aorte thoracique.**

Ces anévrismes, dont j'ai recueilli quatre observations, proéminent le plus souvent à la partie antérieure du thorax, à gauche du sternum; mais quelquefois, comme chez un malade du Dr Proust, ils font saillie à la région dorsale entre la colonne vertébrale, qu'ils entament plus ou moins, et le bord spinal de l'omoplate, qu'ils soulèvent.

Dans tous les cas, leur diagnostic est facile, et il suffit d'un examen rapide pour s'assurer que la tumeur à battements expansifs a bien son point de départ sur l'aorte thoracique. Mais quand on veut préciser le niveau du point de communication de l'aorte avec le sac anévrismal, savoir si l'artère sous-clavière est ou non comprise dans la dilatation, il faut avoir recours à une exploration plus rigoureuse, et tenir compte des données précédemment exposées sur les modifications apportées au retard du pouls par les dilatations anévrismales.

Ceci ressortira du reste de la lecture des observations.

Observation V. — Hôpital de Lariboisière. Service du Dr Proust. Salle Saint-Charles, n° 31, 20 mars 1878 (*examen avec M. Berdinel, interne du service*).

Tumeur volumineuse siégeant en arrière du thorax, entre la colonne vertébrale et l'angle supérieur de l'omoplate, qui est soulevée. Battements à caractère expansif. Pulsations du cœur inaccessibles à l'exploration. Examen graphique.

1° *Caractères des battements de la tumeur* (fig. 4). — Ces bat-

Fig. 4.

A Pulsations de l'anévrisme 1, 2, pénétration du sang en deux temps. — 3, signe de la clôture des valvules signoïdes

tements présentent tous les caractères du pouls aortique : ascension en deux temps (1, 2), résultant d'une pénétration brusque

d'abord, ralentie ensuite, du sang envoyé par le cœur; dicrotisme à peine marqué. Un point intéressant à noter, c'est qu'on retrouve sur les tracés de ces pulsations de la tumeur le signe de la clôture des valvules sygmoïdes de l'aorte (3). Ceci exclut l'existence d'une insuffisance aortique.

2° *Recherche du siège de l'anévrisme.*

a. Le pouls carotidien du côté gauche ne présente pas de retard exagéré; donc, ce qui était à prévoir, l'anévrisme ne siège pas en deçà de l'origine de la carotide gauche ;

b. Le pouls radial du côté gauche n'est pas modifié, ce qui permet déjà de supposer que le point de départ de l'anévrisme sur l'aorte se trouve au-dessous de l'origine de la sous-clavière gauche :

c. En comparant le début du pouls de la carotide primitive gauche explorée à la partie moyenne de son trajet cervical et le début des pulsations de la tumeur dorsale, on constate un synchronisme parfait.

Fig. 5.

Synchronisme des pulsations de la carotide gauche Ca, et des pulsations de la tumeur A.

En raison de ce synchronisme, nous devons admettre que l'orifice de communication de l'anévrisme se trouve situé à la même distance du cœur que le point exploré de la carotide gauche. Or, d'après des mesures prises sur des aortes humaines, en tenant compte de la courbure de la crosse de l'aorte, on pouvait localiser le point de départ de l'anévrisme à quelques centimètres au-dessous de l'émergence de la sous-clavière gauche.

Des résultats précédents on pouvait conclure que l'anévrisme siégeait sur la portion descendante de l'aorte thoracique, et un peu au-dessous de l'artère sous-clavière gauche.

Un mois environ après cet examen, le malade mourut d'accidents pulmonaires : le nécropsie confirma de point en point le diagnostic porté pendant la vie. L'orifice de communication siégeait à la partie externe de l'aorte descendante, à quelques centimètres au-dessous de l'origine de la sous-clavière gauche. Voici le schema de la pièce anatomique (1).

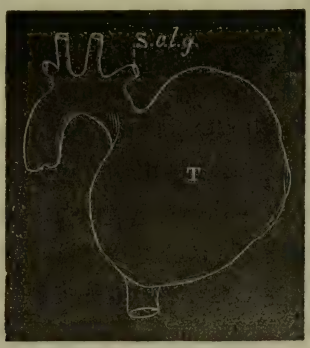


FIG. 6.

Schema de la pièce anatomique : T représente la tumeur ayant son point de départ au-dessous de l'origine de la sous-clavière gauche, *s. cl. g.* — Dans la plus grande étendue de la face antérieure, l'anévrisme était recouvert par le poumon formant paroi du sac.

Observation VI. — Hôpital Saint-Antoine. Service du Dr Const. Paul. Salle Saint-Éloi, 19 octobre 1878 (*avec M. Letulle, interne du service*).

Tumeur à gauche du sternum, sans saillie extérieure notable, formant une légère voussure. Maximum des battements au niveau du deuxième espace intercostal, à 2 centimètres du bord gauche du sternum.

1° *Caractères des battements de la tumeur.* Ces battements présentent à la main une expansion manifeste ; ils sont redoublés, comme le montrent surtout les tracés recueillis en appliquant au point le plus saillant un explorateur à transmission ; ces pulsations présentent, du reste, comme dans tous les autres cas, les caractères du pouls aortique. (Voir observ. précédente.)

(1) Le dessin de la pièce a été présenté par M. Proust au congrès de l'Association française, session de Paris, août 1878. L'observation détaillée est publiée dans la thèse du Dr Teissier « Sur la valeur thérapeutique du courant continu ». G. Baillière, Paris, 1878.

2° *Recherche du siège de l'anévrisme.*

a. Le pouls carotidien à droite et à gauche *présente un faible retard* ($\frac{1}{100}$ *de seconde*) *sur le début de la pulsation de la tumeur* explorée simultanément : ceci permet déjà de supposer, d'après ce que nous avons vu dans le cas précédent, que le point de départ de l'anévrisme est plus rapproché de l'émergence de la sous-clavière gauche.

3° *Le pouls de la sous-clavière gauche retarde de* $\frac{1}{100}$ *de seconde sur la pulsation de la tumeur*, ce qui doit faire admettre que l'anévrisme aortique est situé au niveau ou au voisinage immédiat de l'origine de la sous-clavière gauche.

Comme conclusion, l'anévrisme, chez le malade du Dr C. Paul, siégerait au niveau de la sous-clavière gauche, et, en raison de sa proéminence en avant, sur la partie antérieure de l'aorte. Le schéma suivant rendra compte de la disposition des appareils et du siège probable de l'anévrisme.

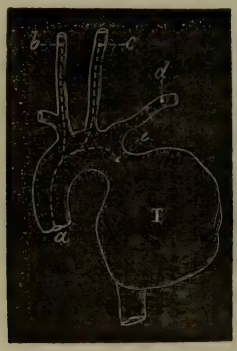


Fig. 7.

Schéma montrant la disposition des appareils et le siège probable de la tumeur : Les distances *ab*, *ac*, *ad* sont sensiblement égales, et chacune d'elles est plus considérable que la distance *ae*, représentant l'intervalle entre l'orifice aortique et l'orifice de la tumeur ; *c. d.*, carotide droite ; *c. g.*, carotide gauche ; *s.-cl. g.*, sous-clavière gauche ; T tumeur ayant son point de départ au niveau de la sous-clavière.

Observation VII. — M. T..., malade des Drs Delpeuch et Dujardin-Beaumetz. Examiné le 28 octobre 1878.

Tumeur saillante à la partie antérieure du thorax, siégeant à gauche de la ligne médiane, à la partie supérieure du sternum, entre la première et la quatrième côte, ayant détruit dans cette étendue la moitié du sternum et les cartilages correspondants,

recouverte seulement par la peau fortement tendue, donne à la main une expansion manifeste. Diamètre vertical, 8 centimètres; diamètre transversal, 10 centimètres. Souffle systolique au niveau de la tumeur; bruit de clapet diastolique. Matité étendue, se confond avec celle du cœur, qui est fortement abaissé et porté en dehors.

En arrière, ni voussure, ni battements. Respiration absente entre l'omoplate et la colonne vertébrale; au même niveau, souffle bronchique. Le bruit respiratoire ne reparaît qu'en dehors de l'omoplate, et plus bas.

Voix fausse, étranglée. Pas d'examen laryngoscopique; cependant nerf récurrent gauche probablement compromis.

Irradiations douloureuses dans la moitié gauche du cou et dans l'épaule gauche, dans le bras et l'avant-bras gauches. Parésie musculaire du même côté. Fourmillements dans les doigts.

1° Exploration de la tumeur au niveau du deuxième espace intercostal, à gauche du sternum.

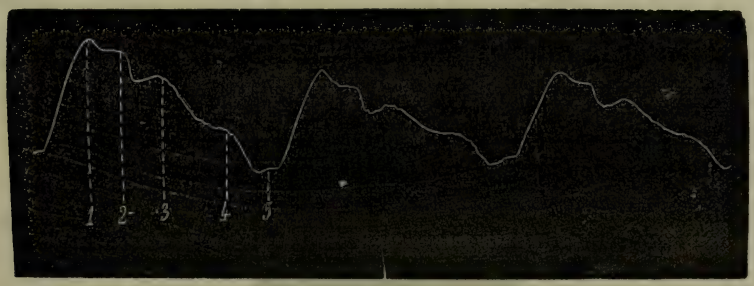


Fig. 8.
Tracé des pulsations de la tumeur recueilli avec une vitesse de rotation du cylindre de 42 centimètres en 10 secondes.

On voit ici des battements redoublés, comme dans les autres cas d'anévrisme de l'aorte; les soulèvements 1, 2, correspondent à la phase de pénétration du sang dans le sac anévrysmal, et constituent le véritable redoublement. Le soulèvement n° 3 paraît être dû à la clôture des valvules sigmoïdes: il correspond, en effet, au bruit de clapet qu'on entend au début du relâchement ventriculaire; le soulèvement n° 4 est dû à un dicrotisme tardif; enfin, le soulèvement n° 5, qui représente une onde de retour déterminant un second dicro-

tisme, est seulement ébauché, parce qu'il est interrompu par l'arrivée de la pulsation suivante.

Ces différents caractères sont ceux que nous connaissons déjà comme propres aux anévrismes de l'aorte.

2° Comparaison du retard du pouls des différentes artères et de la tumeur.

a. Le pouls carotidien, exploré à la partie moyenne du cou, est synchrone à droite et à gauche. On peut en conclure que l'anévrisme n'intéresse pas l'origine de la carotide gauche.

b. Le pouls carotidien est synchrone avec la pulsation de la tumeur. Ceci nous ramène au cas présenté dans l'observation V, et, pour les mêmes raisons, nous pouvons considérer la tumeur comme communiquant avec l'aorte, un peu au-dessous du niveau de la sous-clavière gauche.

La figure suivante représente le schéma de la position probable de l'anévrisme, et montre les points d'application des appareils dans les explorations successives ou simultanées.

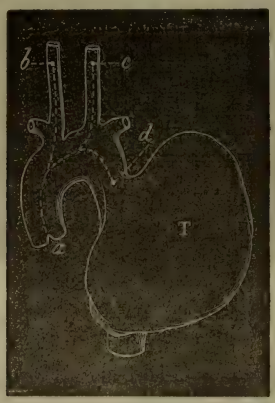


Fig. 9.

Schéma montrant la position de la tumeur par rapport à l'aorte et les différents points d'application des appareils. Les distances *ab*, *ac*, *ad*, sont très-sensiblement égales; les pulsations explorées aux points *b*, *c*, *d*, sont synchrones.

On voit, par les exemples qui précèdent, qu'il est possible d'apporter une certaine précision au diagnostic du siège des anévrismes sur le trajet de l'aorte thoracique descendante : ce diagnostic repose sur la comparaison du retard du pouls des artères émanant de la crosse et des pulsations de la tumeur.

En combinant ces différentes explorations, on arrive à déterminer assez rigoureusement le point au niveau duquel existe la communication de l'aorte avec le sac anévrismal. De plus, en tenant compte de l'état de la circulation dans le membre supérieur gauche, on peut savoir si l'artère sous-clavière gauche est ou non intéressée à son origine aortique.

J'ai passé en revue dans cette première partie les cas d'anévrismes de l'aorte thoracique, en m'attachant surtout à l'étude d'un moyen propre à déterminer, avec quelque précision, leur siège sur telle ou telle portion de l'aorte, soit au niveau de la crosse, soit au niveau de la portion descendante; j'ai aussi cherché à montrer qu'il est possible de savoir si l'anévrysme est circonscrit à l'aorte ou empiète sur l'origine des troncs qui en émanent. A la fin de ce travail, je donnerai un résumé succinct des indications fournies par l'étude précédente, en même temps que des autres phénomènes que nous allons examiner maintenant.

II. — Anévrysmes de l'aorte abdominale.

Le diagnostic de ces anévrysmes repose ordinairement sur la constatation des battements à caractère expansif d'une tumeur abdominale. Cependant, comme la tumeur ne peut pas toujours être explorée facilement par le palper abdominal, quand elle siège par exemple au-dessus de l'ombilic, le caractère expansif de ses battements reste souvent douteux.

Les signes *directs* peuvent donc faire défaut, ou être assez peu évidents pour permettre l'hésitation entre un anévrisme et une tumeur solide soulevée par l'aorte.

C'est dans ces conditions qu'il devient nécessaire d'avoir recours à l'examen d'autres signes que j'appellerai *indirects*, et qui sont tirés de l'exploration du pouls fémoral.

Ils consistent : 1° en une augmentation du retard du pouls fémoral, symétrique dans les deux artères;

2° En une exagération de la circulation artérielle dans les membres inférieurs, quand on comprime la tumeur abdomi-

nale, et inversement en une diminution de cette circulation, quand on cesse la compression.

1° *Retard exagéré du pouls fémoral.* — Ce signe rentre dans la catégorie des signes communs à tous les anévrismes : la présence d'un diverticulum extensible sur le trajet de l'aorte abdominale, explique facilement le retard exagéré du pouls fémoral, comme elle rend compte de sa diminution d'amplitude. Mais, malgré sa valeur incontestable, ce signe peut faire défaut, ou être tellement atténué, que le doute reste encore permis : c'est ce qui peut se présenter chez les malades atteints en même temps d'insuffisance aortique large. Comme je l'ai rappelé plus haut, en effet (V. observ. *IV*), l'insuffisance aortique tend à diminuer le retard normal du pouls artériel sur la systole cardiaque, tandis que l'anévrisme placé sur le trajet d'une artère, tend à rendre ce retard exagéré : si ces deux influences contraires agissent simultanément, on comprend que l'exagération du retard du pouls fémoral puisse manquer, malgré l'existence d'un anévrisme sur le trajet de l'aorte abdominale.

Je crois que, tout en maintenant l'importance diagnostique de l'exagération du retard du pouls fémoral dans la plupart des cas, on doit attribuer une beaucoup plus grande valeur aux effets de la compression et de la décompression de la tumeur abdominale sur la circulation des membres inférieurs.

2° *Modifications de la circulation fémorale produites par la compression et la décompression de la tumeur abdominale.*

A. S'il s'agit d'une tumeur solide placée en avant de l'aorte et soulevée par ses battements, quand on exerce une compression sur cette tumeur, on comprime médiatement l'aorte, et la circulation se suspend plus ou moins complètement dans les membres inférieurs.

Si, au contraire, la tumeur qu'on comprime est un anévrisme communiquant avec l'aorte, on chasse dans ce vaisseau le sang contenu dans le sac, et de plus on supprime le réservoir extensible, dans lequel une certaine quantité du sang destiné aux artères situées plus bas venait s'emmagasiner au passage : de cette double cause résulte un afflux sanguin plus considérable

dans les vaisseaux des membres inférieurs, une tension plus grande de l'artère, et une élévation très notable de la ligne d'ensemble des pulsations recueillies au sphygmographe.

Voici, par exemple (Observat. VIII), le tracé du pouls fémoral d'un malade du Dr Fauvel (Hôtel-Dieu, salle Saint-Jean, 1) que nous avons examiné, M. A. Boursier, interne du service, et moi, le 10 novembre 1878 (1). Ce malade présentait une tumeur abdominale sur la nature de laquelle on avait pu conserver quelques doutes, quoiqu'elle fût animée de battements évidents. Le malade, âgé de cinquante-deux ans, était affecté d'accidents gastriques sérieux durant depuis longtemps; l'état général était mauvais ; la teinte des téguments douteuse : bref, on avait pu émettre l'opinion que la tumeur qui soulevait l'épigastre était une tumeur cancéreuse de l'estomac, ayant un volume assez considérable pour transmettre à la main les battements de l'aorte ou du tronc cœliaque.

En comprimant cette tumeur pendant qu'un sphygmographe à transmission permettait d'enregistrer le pouls fémoral d'une façon continue, nous avons obtenu un grand nombre de tracés tous semblables à celui-ci.

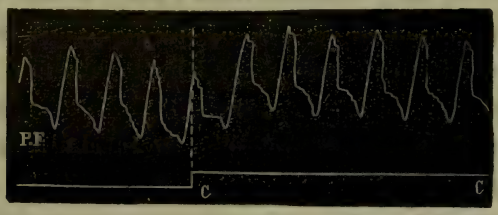


Fig. 10.

P F Pouls fémoral d'un malade présentant une tumeur pulsatile de l'abdomen. — A l'instant C, on comprime la tumeur, la tension artérielle augmente aussitôt dans la fémorale, et reste élevée tant qu'on maintient la compression.

On voit, au-dessus de la ligne CC, les effets de la compression de la tumeur abdominale sur le pouls de l'artère fémorale. L'artère se tend et soulève le ressort du sphymographe, et les pulsations s'inscrivent à un niveau plus élevé. C'est que, comme nous l'avons dit, par la compression du sac anévrismal,

(1) Une note sur ce sujet a été communiquée à la Société de biologie, au nom de M. A. Boursier et au mien, dans la séance du 16 novembre 1878.

nous forçons le sang aortique à suivre le trajet normal, sans être en partie détourné au profit de l'anévrysme.

B. Les effets de la *décompression brusque* de la tumeur ne sont pas moins instructifs : au moment où on laisse le sac anévrysmal reprendre sa forme en soulevant tout d'un coup la main qui le tenait affaissé, on voit le pouls fémoral tomber aussitôt : l'artère se détend, et les deux ou trois pulsations qui suivent l'instant de la décompression sont plus ou moins avortées.

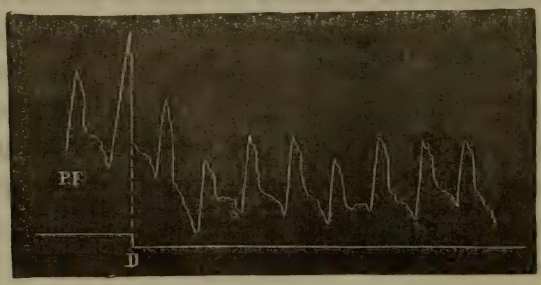


Fig. 11.

La tumeur anévrismale est brusquement décomprimée à l'instant D ; l'artère fémorale s'affaisse, et les pulsations qui suivent sont notablement atténuées.

Ces modifications produites par la décompression de la tumeur, s'expliquent facilement par la véritable aspiration qu'exerce sur le sang contenu dans l'aorte le sac anévrismal revenant brusquement à sa forme; le sang ainsi humé, pour ainsi dire, est détourné de sa destination normale, et les ondées qui arrivent encore aux vaisseaux des membres inférieurs sont réduites à un moindre volume : de là la chute de la tension artérielle et la diminution notable d'amplitude des pulsations. Quelquefois même une pulsation peut complètement manquer, comme nous l'avons observé plusieurs fois.

A mesure que la poche anévrismale se remplit davantage, elle elle exerce un appel moins énergique sur le sang de l'aorte; le sang arrive en quantité croissante aux vaisseaux fémoraux, et on voit reparaître peu à peu le caractère que présentait le pouls artériel avant la compression.

Il est évident que, si on avait affaire à une tumeur solide soulevée par l'aorte, le pouls fémoral, ayant été supprimé par la compression de cette tumeur, reparaîtrait brusquement au

moment de la décompression ; on aurait dès lors des phénomènes exactement inverses de ceux qui viennent d'être indiqués à propos de l'anévrisme abdominal.

Ce signe, tiré des effets de la compression et de la décompression des tumeurs abdominales animées de battements sur la circulation de membres inférieurs, paraît donc devoir permettre le diagnostic différentiel entre les tumeurs solides soulevées et les tumeurs anévrismales communiquant avec l'aorte.

On ne saurait cependant, à mon avis, affirmer qu'il s'agit plutôt d'un anévrisme de l'aorte abdominale que d'un anévrisme de l'aorte cœliaque, quand la tumeur siège, comme chez le malade du Dr Fauvel, à la région épigastrique. L'anévrysme du tronc cœliaque s'accompagnerait des mêmes modifications périphériques, aussi bien en ce qui concerne le retard du pouls fémoral que pour ce qui a trait aux effets de la compression et de la décompression. Cet anévrisme, en effet, joue, par rapport à la circulation aortique, le même rôle qu'un anévrisme de l'aorte proprement dite : c'est un sac implanté sur l'aorte et muni d'un collet extrêmement court.

Ce qui vient d'être dit à propos du diagnostic des tumeurs abdominales soulevées par l'aorte et des anévrismes abdominaux, s'applique évidemment au diagnostic différentiel de toutes les tumeurs accessibles à la main. C'est ainsi que M. Marey a pu depuis longtemps observer, en examinant des anévrismes du pli du coude et des anévrismes poplités, les effets de la compression et de la décompression sur la circulation artérielle au-dessous de l'anévrisme. Ce moyen de diagnostic peut donc être appliqué dans un grand nombre de cas, mais il peut rendre particulièrement service dans le diagnostic différentiel des tumeurs pulsatiles de l'abdomen.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

I. *Anévrismes de la crosse de l'aorte.* Les anévrismes de la portion ascendante de la crosse déterminent un *retard exagéré* du pouls dans *toutes les artères*, et ce retard est le même pour des points également distants du centre.

Quand l'anévrisme aortique intéresse l'origine du tronc brachio-céphalique, on observe encore l'exagération générale du retard du pouls ; mais le pouls radial et le pouls carotidien du côté droit, présentent un retard plus grand encore que le pouls radial et le pouls carotidien du côté gauche. Les effets propres à l'anévrisme du tronc brachio-céphalique s'ajoutent aux effets de l'anévrisme de l'aorte, qui sont plus généraux.

S'il y a, en même temps que l'anévrisme de la portion initiale de l'aorte, une insuffisance aortique large, on n'observe pas l'exagération générale du retard du pouls qui est caractéristique de l'anévrisme siégeant à ce niveau ; l'influence retardatrice de l'anévrisme est contre-balancée par l'influence inverse de l'insuffisance aortique : la résultante de ces deux effets opposés, qui se combinent, est la conservation de la valeur normale ou presque normale du retard du pouls.

Les anévrismes occupant la convexité de la portion transversale de la crosse aortique intéressent presque nécessairement l'origine d'un ou plusieurs des troncs artériels qui émanent de la crosse de l'aorte. Aussi les signes tirés de la comparaison du retard du pouls sont-ils variables, suivant que telle ou telle artère participe à la dilatation de l'aorte.

Quand l'anévrisme de la portion transversale de la crosse intéresse les trois troncs artériels qui en naissent, on observe l'exagération générale du retard du pouls, comme dans l'anévrisme de la portion ascendante. Le diagnostic repose alors surtout sur ce fait : que l'anévrisme de la portion ascendante se développe à droite du sternum, tandis que l'anévrisme de la portion transversale (convexité), fait saillie au niveau de la fourchette sternale ou derrière l'un ou l'autre muscle sterno-mastoïdien.

Quand l'anévrisme de la portion transversale se développe au delà de l'origine du tronc brachio-céphalique, le retard du pouls n'est pas exagéré dans la carotide et dans la radiale droites, tandis qu'il présente une exagération notable dans toutes les autres artères.

II. *Anévrismes de la portion descendante de l'aorte thoracique.*

§ 1. Si l'anévrisme intéresse l'origine de la sous-clavière gauche, le retard du pouls n'est augmenté ni dans la radiale droite, ni dans la carotide droite, ni dans la carotide gauche ; mais il est exagéré dans toutes les autres artères, notamment dans la radiale gauche, dont les pulsations sont souvent peu perceptibles.

§ 2. Quand l'anévrisme de l'aorte thoracique a son point de départ au-dessous de l'origine de la sous-clavière gauche, le retard du pouls n'est exagéré que dans les artères des membres inférieurs ; celles du cou et des membres supérieurs conservent leur retard normal.

On peut en outre tirer, dans l'un et l'autre cas (§ 1 et § 2), d'utiles indications de la comparaison du retard du pouls carotidien et du retard des pulsations de la tumeur. En général, si le retard du pouls de la carotide gauche, explorée à la partie moyenne du cou, est plus considérable que celui des pulsations de la tumeur, c'est que celle-ci est plus voisine du cœur que le point exploré de la carotide ; elle communique alors avec l'aorte, au niveau ou en deçà de la sous-clavière gauche.

Si, au contraire, le pouls carotidien retarde moins que la pulsation de la tumeur, c'est que celle-ci a son origine sur l'aorte, en un point plus éloigné de l'orifice aortique, et siège au-dessous de la sous-clavière gauche, à une distance variable de l'origine de cette artère.

III. *Les anévrismes de l'aorte abdominale*, peuvent être distingués des tumeurs solides soulevées par l'aorte en tenant compte : 1° du retard exagéré du pouls fémoral, qui est spécial à l'anévrisme ; 2° de l'augmentation de la circulation artérielle des membres inférieurs, quand on comprime la tumeur abdominale : s'il s'agit d'un anévrisme, plus grande tension artérielle, élévation de la ligne d'ensemble du tracé sphygmographique ; 3° de l'abaissement subit du tracé et de l'atténuation,

quelquefois de la suppression plus ou moins complète, d'une ou deux pulsations à la suite de la décompression brusque de la tumeur abdominale, si celle-ci est de nature anévrismale.

Les mêmes expériences produiraient sur le pouls fémoral un effet exactement inverse, s'il s'agissait d'une tumeur solide soulevée par les battements de l'aorte.

LES
ACARIENS PARASITES
DU
TISSU CELLULAIRE ET DES RÉSERVOIRS AÉRIENS CHEZ LES OISEAUX

Par Pierre MÉGNIN
Lauréat de l'Institut
Président de la Société entomologique de France.

(PLANCHES VII et VIII.)

On sait qu'il est peu d'organes, de tissus organiques, ou même d'humeurs physiologiques, qui, chez les vertébrés, ne soient susceptibles de servir d'*habitat* et de fournir des aliments à des parasites : ainsi la peau, nue ou couverte de poils, de plumes ou d'écailles, peut être parcourue à sa surface ou loger entre ses couches des légions d'épizoïques, appartenant aux Insectes hexapodes, aux Arachnides ou aux Crustacés, qui vivent des sécrétions naturelles du tégument ou des sécrétions pathologiques dont ils provoquent l'exsudation; l'appareil digestif, l'appareil respiratoire, les reins, le foie et ses canaux avec son réservoir, le tissu cellulaire, le tissu musculaire, le cerveau et la moelle épinière, l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée de l'œil, le sang, etc., peuvent loger et nourrir de nombreux helminthes d'espèces variées, soit à l'état parfait, soit à l'état de larves. L'étude de ces parasites a montré que ceux qui appartiennent aux articulés sont tous superficiels ou cutanés, — d'où le nom d'épizoaires sous lequel on les connaît, — et que les vers sont tous internes ou entozoaires. A cette règle, les auteurs classiques ne signalent guère qu'une exception parmi les épizoaires : celle de la Filaire de Médine, ou *Dragonneau*, qui détermine des lésions cutanées, et un autre helminthe du même genre, qui, à Siera-Leone, provoque l'apparition d'une gale pustuleuse nommée *craw-craw*. Quant à l'existence de parasites articulés entozoaires, on ne cite que les larves d'OEs-

trides, qui vivent dans l'estomac du cheval, dans le pharynx du cerf et dans les sinus frontaux ou maxillaires du mouton, et encore ne sont-ce que des parasites temporaires. Il y aurait encore, suivant certains auteurs, la Linguatule, parce qu'ils la regardent, les uns comme un crustacé, les autres comme une arachnide, malgré son apparence vermiforme. Cependant il existe de véritables parasites articulés entozoaires, passant toute leur existence dans des cavités internes ou circulant entre les mailles de certain tissu complètement sous-cutané, y pullulant et fournissant de nombreuses générations; ces curieux parasites ont même déjà été vus par quelques auteurs qui ont signalé leur présence; mais leur histoire complète restait à faire: c'est ce que je vais essayer dans le présent mémoire.

C'est dans le tissu cellulaire sous-cutané, ou qui entoure les muscles et les organes respiratoires chez les oiseaux, puis dans les réservoirs aériens des mêmes vertébrés, que l'on rencontre les parasites en question; ils sont au nombre de plusieurs espèces, appartenant toutes à l'ordre des Acariens.

Le premier auteur qui a signalé la présence d'un acarien dans le tissu cellulaire des oiseaux est Giuseppe Gené, professeur à l'université de Turin, à qui le parasite avait été montré par Françisco Combe, préparateur, attaché au musée zoologique royal de cette université. G. Gené en fit l'objet d'un mémoire qu'il lut le 23 septembre 1845 aux membres de la section de zoologie du congrès scientifique italien tenu à Milan en cette même année.

Ce mémoire, d'une étendue de huit pages seulement, accompagné d'une planche gravée, ne fut publié que trois ans après, en 1848 (1). Dans cet opuscule, après avoir rappelé l'état de la science à cette époque sur l'histoire naturelle des Acariens, science très peu avancée surtout en ce qui concerne les acariens parasites des oiseaux, après avoir parlé du *Sarcoptes nidulans* de Nitzsch, qu'il regarde comme le premier exemple de parasite

(1) Giuseppe Gené (Scritto postumo). — *Brevi cenni su un acaridio del genere dei Sarcopti che vive sulla Strix flammea.* — *Torino*, 1848.

sous-custané d'oiseaux, — ce qui est une erreur, attendu que nous avons démontré que ce prétendu sarcopte est un Cheylètide, type de notre genre *Harpirynchus*, et qu'il vit en nombre immense dans les follicules plumeux exagérément dilatés et transformés en véritables tumeurs (1). Dans cet opuscule, disons-nous, G. Gené parle en ces termes de son parasite et de son *habitat*.

« Il est un oiseau plus commun en Piémont que dans aucune « autre partie de l'Europe, c'est le *Strix flammea*, qu'en dialecte « turinois on nomme *Dama*. Or, une chose qui m'a paru bien « singulière, c'est qu'il n'est pas possible de rencontrer un « individu de cette espèce, au moins aux environs de Turin, qui « ne soit plus ou moins infecté de gale, ou, pour mettre plus de « précision dans les mots, qui ne soit plus ou moins infecté de « sarcoptes ; et le lieu où se trouvent ces parasites en grand « nombre n'est pas la surface du tégument, mais bien le tissu « cellulaire et le tissu adipeux situés entre la peau et les mus- « cles, aux jambes, au cou et aux flancs : il ne m'est pas arrivé « jusqu'à présent d'en rencontrer ni à la partie antérieure de la « poitrine, ni sur le dos, ni aux ailes, ni le long du cou. Le « nombre de ces animaux ne peut être calculé, parce qu'ils « n'occupent pas une aire bien circonscrite; bien souvent leur « corps et leurs dépouilles avec leurs excréments et leurs débris « forment un strate continu qui s'étend de la base des tarses en « montant le long de la cuisse jusqu'au flanc, et à la base de « l'aile sur une largeur variable mesurant de deux, trois, jus- « qu'à six lignes. J'ai cherché en vain à découvrir une ouver- « ture, une solution quelconque de continuité de la peau qui me « donnât à supposer que les animaux pénétraient du dehors en « en dedans ; la surface interne de la peau est légèrement « corrodée et colorée à l'endroit correspondant au strate, mais « elle est entière partout, et, ce qui est plus merveilleux, elle « n'est pas du tout malade, au moins d'une manière sensible, « sur sa face externe correspondante ; sa couleur est naturelle,

(1) Pierre Mégnin. — *Mémoire sur les Cheylétides parasites.* — In *Journal de l'anat. et de la physiol.* de Ch. Robin. Juillet 1878.

« et les plumes qui la couvrent sont parfaitement normales « quant au nombre, à leur forme et à leur couleur. Le seul « toucher, sur l'animal vivant ou non encore dépouillé, avertit « l'observateur de la présence de ce qui existe, pour peu que le « nombre des parasites soit considérable.

« Voyons si notre *Sarcoptes strigis* a quelque analogie avec le « *Sarcoptes nidulans* de Nitzsch. J'ai déjà dit que, en raison de la « parcimonie d'indications chez cet auteur, c'est vainement que « nous chercherions à établir cette analogie; d'un autre côté, « j'ai de grandes raisons de penser que cet éminent aptéro- « logiste a confondu sous un même nom des acarides très divers « et pris pour un vrai sarcopte un dermanysse ou un gamase, « parce que je ne crois pas que les espèces que j'ai vues circuler « sur la peau des alouettes et des verdiers soient les mêmes que « celle que j'ai trouvée sous les téguments. Il y a sur les « oiseaux des acarides externes plus que l'on ne pense et plus « que ne le disent les travaux zoologiques (1). La même *Strix* « *flammea* en a un, à elle particulier, qui se tient dans les « plumes et sur leur tuyau, mais qui appartient à un genre « bien différent de celui des Sarcoptes et a une tout autre « forme et manière de vivre. Dans cet état de choses, je me limi- « terai à décrire l'espèce de mon observation, laquelle peut, dès « maintenant, se nommer *Sarcoptes strigis*.

« Ce sarcopte est à grand'peine visible à l'œil nu, ne mesu- « rant qu'un dixième de ligne à peu près; sa couleur est d'un « blanc de perle, jaunâtre aux pattes; son corps est plane en « dessous, convexe en dessus, allongé et à côtés parallèles; « l'extrémité antérieure a une forme trapézoïdale et la posté- « rieure arrondie; un mince tégument l'enveloppe, et l'abdo- « men présente en son milieu une fissure longitudinale, à « lèvres finement ridées, qui chez l'animal vivant présente « des mouvements continuels de dilatation et de contraction : « c'est vraisemblement l'anus; mais il aurait une forme bien « singulière, car, dans tous les autres sarcoptes il est rond (?).

(1) C'est ce que nous avons démontré plus tard dans notre mémoire sur les *Sarcoptides plumicoles*, par Ch. Robin et Megnin, *Journal de l'anatomie*, 1877.

« Les organes de la bouche sont situés entre les origines de la « première paire de pattes ; on ne distingue nettement ni palpes, « ni autre appendice. Les pattes sont au nombre de huit ; les « deux premières paires emergent du dessous de la partie « antérieure du tronc, les autres paires émergent plus latérale- « lement à la hauteur dc l'anus ; elles sont composées de six « articulations (1) courtes et décroissantes, portant sur l'extré- « mité externe du pénultième article un ambulacre ou une « sorte de ventouse qui, dilatée, s'applique aux corps sur « lesquels l'animal se meut; cet article terminal porte en « outre, aux pattes antérieures, trois ou quatre filaments de « médiocre longueur, et aux pattes postérieures un long appen- « dice sétacé aussi long que le corps, et qui est distinctement « articulé sur sa longueur.

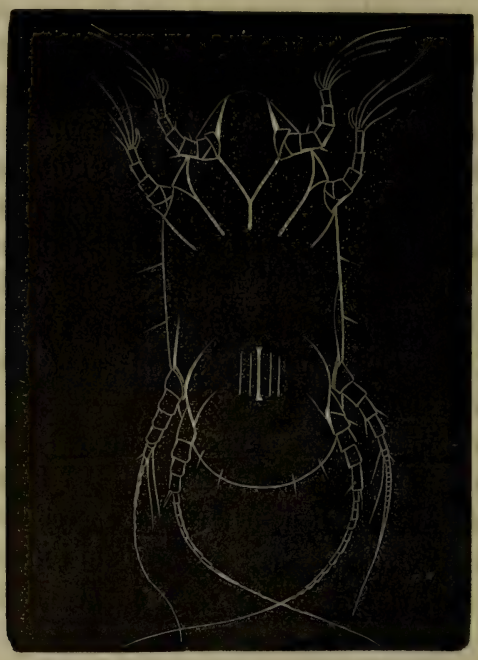
« Cet animal, hors de son habitat naturel, est très lent dans « ses mouvements et embarrassé ; il vit de 24 à 30 heures après « la mort de l'oiseau qui le nourrit : je l'ai cherché sur les Ducs, « les Hiboux et autres oiseaux nocturnes qui sont les plus voi- « sins de la *Strix flammea*, mais je n'en ai jamais trouvé de « vestiges.

« Je prie les ornithologistes qui assistent à cette session de « vouloir bien aussi rechercher ce parasite ; car le fait serait, « sinon étrange, au moins très curieux, de voir un oiseau « comme l'Effraie, malgré sa grande analogie de structure et « d'habitude avec les autres rapaces nocturnes, être le seul qui « pâtirait de cette gêne. »

La planche gravée, qui accompagne le mémoire dont nous venons de donner la traduction, est quelque peu en désaccord avec la description qu'il donne du parasite : le prétendu ambulacre à ventouse dilatable est un crochet mousse et allongé dans la figure, ainsi que le montre le calque que nous donnons ci-contre de cette figure, calque dons nous garantissons l'exactitude. Nous avons toute raison de croire que c'est la planche qui est exacte, car nous avons étudié nous-même des parasites du

(1) Ce nombre d'articulations indique que l'auteur regarde l'espace compris entre les épimères comme un article basilaire.

tissu cellulaire des oiseaux, très voisins sinon complètement identiques, comme nous le montrerons plus loin, et qui portent des crochets au lieu de ventouses ; c'est sans doute en forçant



l'analogie avec ce qui existe réellement chez les vrais Sarcoptes que l'auteur a été amené à parler d'un ambulacre à ventouse. Nous faisons aussi des réserves sur les articulations que présenteraient les grandes soies terminales des pattes postérieures, et qui pourraient bien être dues à une illusion d'optique causée par le liquide de la préparation qui n'aurait pénétré que par intervalles espacés dans le canal central de ces grandes soies. Nous ne connaissons pas d'exemple de soies articulées de cette façon chez les Acariens, qui font pourtant l'objet de nos études de prédilection depuis de nombreuses années, et dont nous avons collectionné des centaines d'espèces la plupart inédites.

Le 15 février 1866, M. Charles Robertson, démonstrateur d'anatomie à l'Université d'Oxford, présentait à la Société microscopique de la même ville une note sur UNE ESPÈCE

D'ACARUS NON DÉCRIT, trouvé dans le pigeon COLUMBA LIVIA (1). Voici la traduction de cette note :

« Le parasite que je vais brièvement décrire est petit, ovale, « blanc, vermiforme, distinctement visible à l'œil nu, et a été « trouvé principalement dans le tissu connectif sous-cutané, « dans celui qui entoure les larges veines du cou et à la surface « du péricarde. Quand ils étaient peu nombreux, c'était dans les « deux dernières régions qu'on les trouvait, et si l'on injectait « les veines du cou de vermillon, on voyait les Acariens se déta- « cher nettement en blanc sur leur délicate paroi rouge (fig. 1). « Tous les individus que j'ai examinés étaient réellement trans- « parents, sans aucune trace de cavité digestive, ni d'organes « génitaux, même en les examinant avec le plus fort grossisse- « ment. Le corps, généralement lisse, ne présente aucune trace « de sillons ni de stries ; seulement, dans un petit nombre de « sujets, j'ai observé une ou deux faibles lignes, donnant au « corps une apparence de segmentation, mais cela peut être « causé par un simple pli de la peau, qui est molle (fig. 2). Sur la « face inférieure de l'extrémité antérieure du corps, deux arêtes « partant chacune de la première paire de pattes, viennent s'unir « et se confondre en une seule sur la ligne médiane en se diri- « geant en arrière (fig. 3) ; de la seconde paire de pattes, partent « de semblables arêtes, qui ont la même direction que les pre- « mières ; seulement, au lieu de s'unir comme celles-ci en « s'adossant, elles sont unies par une arête transverse qui unit « leur milieu à l'extrémité de l'arête médiane. Cet arrangement « rappelle celui de la tête de la larve d'un insecte hexapode. « On ne trouve aucune trace de palpes, de mandibules, ni de « suçoir. Il y avait quatre paires de pattes courtes et articulées « sur tous les spécimens examinés ; les deux paires antérieures « sont très rapprochées l'une de l'autre à l'extrémité antérieure « du corps ; les deux paires postérieures sont séparées par un « très grand intervalle des deux paires antérieures, et sont « attachées à un appareil sternal coriace situé sur la ligne

(1) *Microscopical journal*, 1866.

« médiane et inférieure du corps (fig. 4). Chaque patte est com-
« posée de cinq articles courts, le terminal droit, grêle, pointu et
« faiblement crochu ; un petit nombre de poils se dressent
« à la surface du corps et au bord externe des pattes ; le dernier
« article de celles-ci porte de nombreux poils longs insérés tout
« autour du crochet terminal.

« Par la description ci-dessus, on voit que cet Acarien se
« rapproche des Sarcoptes par l'intervalle considérable qui
« sépare les pattes antérieures des postérieures.

« J'ai observé pendant l'année dernière, dans le cabinet de
« dissection du muséum, trois pigeons affectés de ces curieux
« parasites, l'un en février et les deux autres en juin ; depuis,
« j'ai examiné un nombre considérable de ces oiseaux, soit
« sauvages soit privés, et j'en ai rarement trouvé indemnes
« d'Acariens. Ce qui est remarquable, c'est que tous les exem-
« plaires de ce parasite que j'ai examinés avaient constamment
« huit pattes, et toutes les autres parties semblables, ce qui
« indiquerait qu'ils ont dépassé la première période de déve-
« loppement ; j'espère, sous peu, pouvoir rencontrer des sujets
« à cette première période.

« Montagu (1) a décrit une espèce d'Acarien vraiment sem-
« blable à celui-ci : il dit l'avoir constamment trouvée en com-

(1) Memoires of the wernerian natural history society, vol. I, 1808, p. 176.

« pagnie d'œufs dans le tissu cellulaire d'un palmipède, le « *Pelicanus bassanus*, et il le nomme *cellularia Bassani*. »

Malgré l'espoir exprimé plus haut, Ch. Robertson n'est pas arrivé à rencontrer les phases antérieures et postérieures de son Acarien, lesquelles phases lui auraient permis d'arriver à sa détermination. C'est ce qu'il reconnaît dans une lettre particulière du 6 novembre 1868, adressée à M. Charles Robin, le 6 novembre 1868, et que notre maître et cher directeur nous a communiquée. Dans cette lettre, qui avait surtout pour but de demander des renseignements qui auraient pu le tirer d'embarras, Robertson trouve la plus grande analogie entre son parasite du tissu cellulaire du pigeon et l'*Homopus elephantis*, de Furstenberg, que celui-ci figure pl. VII. fig. 80 et 81, dans son grand ouvrage « Die Krätzmilben » publié à Leipzig en 1861.

M. Robertson ne paraît pas connaître une note zoologique de M. Filippo de Filippi, professeur à l'Université de Turin, sur les Hypodectes, nouveau genre d'Acariens propres aux oiseaux, qu'il crée, et dans lequel ce parasite est compris ; en effet, ce travail, paru en 1861 (1), est accompagné d'une planche gravée représentant l'*Hypodectes nycticoracis*, dans lequel on reconnaît, trait pour trait, le parasite du tissu cellulaire du pigeon observé par Robertson.

Dans cette note, où Filippo de Filippi constate que ses *Hypodectes* ont de l'affinité avec les *Hypopus* de Dujardin, il les divise en deux groupes subdivisés chacun en espèces. Les diagnoses de ces groupes sont ainsi libellées.

« A. Corps assez allongé. La distance entre la seconde et la troisième paire de pattes est le double de la largeur du corps ; épimères des deux premières paires de pattes confluentes, de manière à circonscrire un espace ; épimère des deux paires de pattes postérieures soudées par leur extrémité à une pièce cornée commune.

(1) Filippo de Filippi. — *Note zoologiche*, I. HYPODECTES, *novo genere di acaridi proprio degli uccelli*. — In *Archivio per la zoologia, l'anatomia e la fisiologia*. Fascicolo I, pag. 51-60. Genova, 1861.

« *a.* Trois ocelles internes { *Hyp. nycticoracis* (vit chez le Héron bihoréau). *Hyp. garzettae* (vit chez la Garzette, espèce de Héron).

« *b.* Sans ocelles ? ?

« B. Corps peu allongé ; la distance entre la seconde et la troisième paire de pattes égale à la largeur du corps, épimères libres à leurs extrémités.

« *a.* Trois ocelles internes. *Hyp. paroticus* (vit chez le Sifilet).

« *b.* Sans ocelles. { *Hyp. alcedinis* (vit chez le Martin-Pêcheur). *Hyp. strigis* (vit chez la Chouette-Effraie.) »

Cette dernière espèce d'Hypodectes n'est autre chose que le *Sarcoptes strigis* de G. Gené.

Dans la note dont nous venons de donner la substance, Filipppo de Filippi annonce qu'un auteur français, le Dr Pontaillé, professeur à l'école de médecine de Rennes, a déjà donné, dans les *Annales des sciences naturelles* (2me série, tome XIX, Paris, 1855), des indications sur les acariens sous-cutanés. Nous avons voulu remonter à la source de l'assertion ci-dessus, et voici la seule chose que le Dr Pontaillié dise sur les acariens des oiseaux dans la note suivante, citée par l'auteur italien, et qu'il n'a sans doute pas lue dans l'original.

(*Annales*... page 106) — « *Note sur le lieu dans lequel les acariens des passereaux et de* l'HELIX ASPERSA *déposent leurs œufs*...

« Il résulte dss observations que j'ai faites, dans le mois de février 1850, sur des passereaux des genres *Parus*, *Emberiza*, *Fringila*, et en particulier sur les mésanges et les moineaux, que c'est à la surface du corps de l'oiseau que l'acarus (plumicole) dépose ses œufs, après y avoir tissé pour lui servir d'abri une toile blanche, soyeuse, assez semblable à celle qui compose les nids du trombidion et de l'oribate châtain. Sous cette toile, qui occupe parfois la base des cuisses de l'oiseau, mais plus souvent les parties antérieures du corps, et rappelle un peu les squammes (?), on aperçoit, après l'avoir soulevée avec une épingle et avec précaution, des œufs ovoïdes, presque transparents, de jeunes acariens pourvus de leurs pattes et des peaux provenant de mues... »

Voilà tout ce qui, dans la note du Dr Pontaillé, a trait aux acariens des oiseaux ; et certes, il n'est pas fait la moindre allusion aux parasites du tissu cellulaire. La partie de cette note qui a trait à l'acarien qui pullule dans la cavité pulmonaire du colimaçon, est beaucoup plus intéressante : nous y reviendrons à l'occasion de l'étude que nous en avons faite nous-même, et que nous publierons plus tard.

En 1872, M. Slosarski, aide d'anatomie à l'Université de Varsovie, reprenait l'étude du parasite du tissu cellulaire des pigeons vu par C. Robertson, et en faisait une nouvelle espèce d'hypodecte sous le nom d'*Hypodectes columbæ*, qu'il ajoutait à ceux déjà classés par Filippo de Filippi. Le résultat de cette étude, communiqué au congrès des naturalistes russes en 1875, à Varsovie, et publié en langue russe l'année suivante (1), est surtout un travail d'anatomie microscopique duquel il résulte, ainsi que l'avait déjà constaté C. Robertson, que cet animal n'a pas d'organes internes distincts ; son corps est à peu près rempli par une substance sarcodique granulo-vésiculeuse, et sous la peau se voient des faisceaux musculaires étroits, longitudinaux, transversaux et obliques, qui président aux contractions du tégument et aux mouvements de reptation de l'animal, concurremment avec les mouvements des pattes. L'auteur, à l'instar de Filippi, regarde du reste cet acarien comme une espèce distincte et définie.

Dans le même temps que M. A. Slosarski reprenait l'étude de son *Hypodectes columbæ*, M. Alph Milne Edwards nous fournissait l'occasion de récolter le même parasite en quantité considérable dans le tissu cellulaire d'un Goura couronné (*Lophyrus coronatus* Vieill.); seulement ce parasite n'était pas seul, il se trouvait mélangé avec un autre, semblable à lui par les pattes et l'absence de bouche ou d'organes buccaux, mais plus petit et surtout plus court, ayant les épimères libres à leurs extrémités, rappelant tout à fait le *Sarcoptes strigis* de G. Gené, devenu

(1) A. Slosarski : *Anatomie et organisation de l'Hypodectes columbæ*, brochure n-f° en langue russe, avec une planche gravée. Varsovie, 1877.

l'*Hypodectes strigis* de Filippi : il n'en diffère, comme le montre le calque ci-contre, fait d'après la figure 2, planche XII, de

Fig. 2. Fig. 1.

notre travail sur les Sarcoptides plumicoles (1), où nous l'avons représenté en compagnie de son congénère (fig. 1, même

(1) Ch. Robin et Mégnin : — *Mémoire sur les Sarcoptides plumicoles*, In *Journal de l'Anat. et de la Physiol.* Mai à novembre 1877, Paris.

planche), il n'en diffère, disons-nous, que par l'absence d'articulations dans la longueur des soies qui terminent les pattes postérieures, articulations que nous suspectons fort, ainsi que nous l'avons dit, d'être le résultat d'une illusion d'optique, comme celle qui a fait prendre au même G. Gené les crochets du même parasite pour un ambulacre à ventouse. La première forme (fig. 1 ci-contre) des deux parasites sous-cutanés du Goura, qui, si elle représentait une espèce acarienne définie, se rangerait dans le groupe A des Hypodectes de Filippi, est vermiforme, cylindroïde, arrondie aux extrémités, et mesure 1^{mm}, 15 de long sur 0^{mm}, 35 de large; l'extremité antérieure, près de laquelle sont groupées les deux premières paires de pattes, ne montre que des rudiments de palpes à trois articles de chaque côté d'une fossette orbiculaire qui représente la bouche; les huit pattes, formant deux groupes très éloignés l'un de l'autre, ont chacune cinq articles, les quatre premiers courts, inermes et glabres, à l'exception du quatrième, qui porte un cirrhe aux pattes antérieurs ; le cinquième, plus grêle et plus long, est terminé par un crochet peu courbé, accompagné et dépassé par cinq soies; la 4e paire de pattes n'a pas de crochet, elle est terminée par deux grandes soies, dont l'une est du double plus longue que l'autre ; les épimères de la première paire de pattes se joignent sur la ligne médiane pour former un sternite impair ; les épimères de la deuxième paire s'adossent presque à la hauteur de l'extrémité de ce sternite, à laquelle elles sont unies par une zone carrée de chitine; les épimères des pattes postérieures, arquées et dirigées en avant et en dedans, ont leurs extrémités réunies aux deux côtés latéraux d'un cadre oblong, ouvert en avant et fermé en arrière, par une figure rappelant celle de l'organe mâle des Tyroglyphes, accompagnée de deux rudiments de ventouses copulatrices : mais cette figure n'a que l'apparence d'un appareil sexuel, ce n'est qu'une figure superficielle en chitine rousse très foncée ; les téguments sont entièrement mous, diaphanes, à l'exception de taches chitineuses allongées symétriques qui se remarquent sur la face supérieure, à l'extrémité antérieure, un peu en avant du milieu du corps, et sur l'extré-

mité postérieure ; cinq paires de poils émergent des côtés du corps, dont deux pour l'extrémité anale ; l'anus est complètement absent. La deuxième forme (fig. 2 ci-contre) des deux parasites du tissu cellulaire du Goura est cylindrique, à extrémité arrondie, et à 0^{mm}, 40 de long sur 0^{mm}, 18 de large, c'est-à-dire qu'elle est plus de moitié plus petite que la précédente ; la bouche est encore plus rudimentaire que dans celle-ci, car les palpes sont réduits à l'état de petits tubercules chitineux simples ; les deux premières paires de pattes sont groupées de chaque côté et les deux autres près de l'extrémité postérieure ; elles sont en tout semblables à celles du parasite de la première forme, mais les extrémités des épimères sont libres, à l'exception de celles de la première paire, qui s'unissent sur la ligne médiane pour former un sternite impair ; les téguments sont lisses et diaphanes, sans taches chitineuses supérieurement, et ne portant qu'une seule paire de poils à l'extrémité postérieure, où il n'y a non plus aucune trace d'anus, mais inférieurement, entre les épimères des pattes postérieures, se voit une ligne chitineuse courte simulant la vulve d'un Tyroglyphe femelle accompagnée des rudiments de deux paires de ventouses copulatrices ; mais, comme chez le précédent, ce n'est qu'une figure superficielle en chitine sans ouverture réelle. Que sont ces singuliers parasites à organisation si simple, puisque pour nous ce ne sont pas des espèces acariennes définies ? Ce ne sont autre chose que des nymphes d'un caractère particulier de certains acariens parasites externes des oiseaux, et voici comment nous le démontrions dans le travail cité plus haut (1) :

Comme chez tous les autres acariens, la succession des différents âges et l'apparition des sexes a lieu chez celui-ci (le *Pterolichus falciger*) à la suite de mues ou plutôt de véritables métamorphoses que l'un de nous a décrites en détail ailleurs (2) et que nous allons résumer : Lorsqu'une larve veut prendre

(1) Ch. Robin et Mégnin : — *Mémoire sur les Sarcoptides plumicoles*, in *Journal de l'Anatomie*, 1877, *page* 104.

(2) Mégnin : — *Note sur les métamorphoses des Acariens*. — *Comptes rendus Acad. scient.* du 8 juin 1874 et *Journal de l'Anat.* 1873.

les caractères du second âge, comme aussi lorsque l'une quelconque des mues va s'opérer, le petit animal devient inerte comme un cadavre, et l'on voit dans son intérieur se passer un curieux phénomène qui rappelle tout à fait celui qui se passe dans l'œuf : tous les organes internes, toujours très peu distincts, aussi bien que ceux qui sont contenus dans les pattes, se résolvent en une matière demi-fluide, comme sarcodique, qui se concentre dans le tronc, s'enveloppe d'une sorte de *membrane blastodermique* qui se comporte absolument comme le blastoderme de l'œuf et se mamelonne comme lui ; les mamelons latéraux donnent naissance à de nouvelles pattes qui ne se forment pas du tout dans l'intérieur des anciennes comme dans un étui où elles se mouleraient, ainsi que l'ont dit Eichtœdt, Gerlach, Bourguignon, Fürstenberg, etc.; ces membres de nouvelle formation sont disposés comme ceux de la larve dans l'œuf, c'est-à-dire qu'ils sont repliés sous l'abdomen et convergent vers le centre. Les nouveaux poils apparaissent de la même façon que les membres. Lorsque le nouvel animal veut sortir de son enveloppe, celle-ci se fend sur la ligne dorsale comme celle de l'œuf, ou bien l'extrémité abdominale de cette enveloppe se détache comme un couvercle de tabatière, et l'acarien en sort agrandi, mais de la même manière que la larve sort de ses premières langes. L'enveloppe abandonnée montre tous les organes anciens, mais vides et décolorés; c'est ce qui avait fait croire jusqu'ici que c'était l'ancien tégument seulement qui se détachait même des parties dures, qui étaient alors conservées, et que la mue n'était qu'un simple changement d'épiderme : tous les organes, comme les crochets, les mandibules, les ventouses, les articles des pattes, les épimères, se renouvellent en entier aussi bien que les poils, et indépendamment des organes similaires. Ces faits se montrent, non-seulement sur les Sarcoptides plumicoles, mais aussi tout aussi manifestement sur tous les autres acariens (1), et nous ne

(1) Claparède, dans sa belle étude sur l'embryogénie des Atax, avait déjà montré qu'à chacune des trois périodes, ou âges, à la suite desquelles cet acarien aquatique acquiert une forme plus parfaite, il retourne littéralement à l'état d'*œuf* : ainsi, de

connaissons que les Pteroptes, de la famille des Gamasidés, dont les membres comme on sait sont énormes, qui montrent ceux-ci comme servant d'étui aux nouveaux ; mais ils n'en montrent que plus clairement les crochets, les poils et autres appendices du nouveau membre se formant dans l'intérieur du membre ancien d'une manière tout à fait indépendante des anciens crochets, des anciens poils et autres appendices; le nouvel œuf est ici lobulé, et chaque lobule est contenn dans une ancienne patte.

Ainsi donc, chez les Acariens, la mue n'est pas seulement un changement de peau, c'est une sorte de nouvelle ovulation, si l'on peut dire, et une nouvelle naissance, qui s'opère plus rapidement que la première, car vingt-quatre heures suffisent pour la création du nouveau corps.

Tel est le phénomène qui se passe lorsque la larve devient nymphe normale, puis celle-ci acarien adulte mâle et femelle. Nous disons *nymphe normale*, parce que, tant que les conditions d'habitat et d'existence ne changent pas, restent *normales*, la succession des âges ou des phases de la vie des Acariens, parcourt invariablement le même cycle : œuf, larve, nymphe normale, mâle, femelle nubile et femelle ovigère, pour recommencer à l'œuf, et ainsi de suite. Mais si les conditions de milieu viennent à changer, si la matière alimentatre ou le couvert nécessaire à la vie des Acariens viennent à disparaître, la colonie semble vouée inévitablement à la destruction. Certaines espèces échappent à cette destruction, grâce à un phénomène biologique très curieux que nous avons découvert il y a cinq ans, et que nous avons nommé *Métamorphose adventive* ou *hypopiale*. Les espèces sur lesquelles nous avons étudié ce phénomène sont, jusqu'à présent, quatre espèces de *Tyroglyphus* et une espèce

même que la larve est sortie d'un œuf, la nymphe octopode sort aussi d'un œuf qui succède à la larve, et l'animal adulte sort d'un œuf qui succède à la nymphe octopode. Ce qui se passe chez les Sarcoptides et autres acariens est identiquement le même phénomène ; seulement, ici, les œufs de nouvelle formation restent enfermés dans l'ancienne enveloppe, qui, chez les Atax, disparaît, probablement en se dissolvant dans l'eau dans laquelle vit l'animal. (Voyez Claparède : *Studien zur acariden* in *Zeitschrift für viss. zool.* Leipzig, 1868.)

de *Pterolychus*, le P. *falciger*; nous ne parlerons que de cette dernière, renvoyant pour les métamorphoses hypopiales des Tyroglyphes, les phases et les conditions de leur production, à notre mémoire publié en 1874 (1). Le *Pterolichus falciger* est un sarcoptide plumicole qui pullule sur les pigeons, et que nous avons décrit dans notre mémoire sur les Sarcoptides plumicoles publié en collaboration avec M. le professeur Ch. Robin (2). Nous avons reconnu que, lorsqu'un pigeon, envahi par une colonie de ces parasites, vient à muer d'une façon un peu brusque, à se dépouiller de ses plumes presqu'en totalité, les animalcules privés de leur couvert et des sécrétions humides qui leur servent de nourriture, la régularité du cycle normal de leur multiplication et de leur développement subit un temps d'arrêt nécessaire pour sauver la colonie de la destruction : la *nymphe normale*, au lieu de donner naissance à un mâle ou à une jeune femelle nubile, devient nymphe à hypope, se dilate, et laisse sortir de ses enveloppes une forme acarienne tout à fait différente de la forme normale, et dont la conformation est appropriée à un nouveau genre de vie. Cette forme acarienne, qui est vermiculaire, et qui n'est autre chose que ce que nous avons décrit et figuré sous le nom de nymphe adventive ou hypopiale (3), s'introduit dans les follicules plumeux béants, et peut-être même par les organes respiratoires, et arrive dans le tissu cellulaire ou péritrachéen, qui, comme on sait, est très lâche chez les oiseaux en général et chez les pigeons en particulier, qui ont aussi la peau d'une extrême minceur, et y vit pendant

(1) Certains Acariens parasites rencontrés sur les insectes et les quadrupèdes, que l'on avait nommés *Hypopus*, *Homopus*, *Trichodactylus*, et que la plupart des naturalistes regardaient comme espèces parfaites, tandis que quelques autres les prenaient pour des larves (Dujardin disait : des œufs ambulants), ont été reconnus par nous pour être des nymphes adventives de Tyroglyphes et d'autres genres voisins; les noms d'hypopes, d'homopes, etc., devaient donc disparaître de la nomenclature zoologique. Nous avons conservé seulement le premier, mais comme adjectif, pour qualifier cette forme curieuse et extraordinaire, la nymphe adventive. (Voyez Megnin : *Mémoire sur les Hypopes*, in *Journal de l'anatomie*, mai et juin 1874.)

(2) Ch. Robin à Mégnin : — *Mémoire sur les Sarcoptides plumicoles*, in *Journal de l'anatomie et de la physiol.*, numéros de mai à novembre 1877.

(3) Mégnin : — *Mémoire sur les hypopes*, in *Journal de l'anatomie et de la physiol.*, numéros de mai et juin 1874.

un certain temps en augmentant de volume, — par absorption cutanée, sans doute, puisqu'elle n'a aucune espèce d'organes buccaux, ni aucune autre ouverture — ; puis, cette nymphe adventive revient à l'extérieur par les mêmes voies pour reprendre sa forme première, lorsque les conditions d'existence normale du parasite sont rétablies. Nous avions émis l'idée, dans notre travail sur les Sarcoptides plumicoles (p. 406), que la première forme de nymphe hypopiale, la plus grande que l'on trouve dans le tissu cellulaire des pigeons, donnait probablement des mâles du *Pterolichus falciger*, et la plus petite des femelles ; nous ne savons aujourd'hui rien de plus positif qu'à cette époque : tout ce que nous pouvons dire, c'est que nous avons trouvé une nymphe normale exagérément développée du *Pterolichus falciger* en voie de métamorphose, et contenant dans son intérieur une forme hypopiale dans laquelle on reconnaissait facilement la grande nymphe hypopiale n° 1. Cette forme appartient donc bien au *Pterolichus falciger* ; mais nous sommes moins avancé pour la petite nymphe n° 2 : nous n'avons pas encore rencontré la nymphe normale qui lui donne naissance. Nous n'avons pu encore non plus assister à la transformation en retour au type normal du parasite externe de ces nymphes hypopiales habitantes du tissu cellulaire des pigeons.

M. Robertson et M. Filippi avaient fort bien vu qu'il y avait une grande analogie entre ces parasites du tissu cellulaire et les Hypopes ; les pattes des uns et des autres sont, en effet, exactement les mêmes, et tous brillent aussi par l'absence d'organes buccaux ; seulement, ces auteurs ignoraient que les Hypopes, les Homopes et les Trichodactyles ne sont que des nymphes adventives de Tyroglyphes et d'autres genres voisins, ce que nous avons démontré en 1874.

La *Gazetta medico-veterinaria* du professeur Cav. P. Oreste, directeur de l'école vétérinaire de Naples, contient, dans les fascicules III et IV de l'année 1876 (6e année), un mémoire, accompagné de deux planches lithographiées, du Dr G. Pietro Piana, assistant de la chaire d'anatomie pathologique de l'école

vétérinaire annexée à l'Université royale de Bologne, mémoire intitulé : *Ricerche sopra una epizoozia dei gallinacei osservata nella provincia di Bologna.* Dans cette étude, où l'auteur reconnaît que les principales lésions pathologiques sont dues à une invasion de *Psorospermies* qui ont pénétré presque tous les tissus, il termine par les pages suivantes, que nous traduisons :

« Pour compléter l'exposition des lésions anatomo-pathologiques, il me reste à parler de deux espèces acariennes que j'ai trouvées, l'une dans le tissu connectif sous-cutané et l'autre dans les bourses aériennes de plusieurs individus, appartenant à l'espèce *Phasianus gallus*, morts de l'épizootie.

« Les individus de la première espèce acarienne se voyaient en examinant au microscope un morceau dudit tissu connectif. Ils sont très petits, de forme allongée, mesurant, le mâle, $0^{mm},20$ de long sur $0^{mm},09$ de large, la femelle $0^{mm},24$ de long sur $0^{mm},10$ de large. Les deux sexes présentent, à la partie supérieure de l'abdomen, un fin sillon transversal disposé de manière à rappeler celui de la face palmaire de l'homme ; ils portent six soies, dont deux sont situées à côté et au-dessus de la seconde paire de pattes antérieures, deux sur le dos, et les autres à la partie postérieure de l'abdomen (pl. II, fig. 1 et 2). Les pattes sont courtes et composées de cinq articles, les quatre pattes antérieures terminées par une ventouse, et les postérieures par un simple poil. » (Ici l'auteur est en contradiction avec ses figures ; car sur celles-ci les quatre pattes dans les deux sexes sont terminées par des ambulacres à ventouses analogues à ceux du Sarcoptes scabiei.)

« Quelques acariens, ce sont précisément ceux qui sont longs de $0^{mm},20$, présentent à la région ventrale, tout près de l'anus, un organe copulateur (pl. II, fig. 1 A), ce qui me les fait considérer comme mâles, et comme femelles les autres acariens plus grands, qui ne présentent aucun organe génital externe, mais qui contiennent dans leur intérieur un œuf très gros, relativement à la taille de l'individu.

« L'ouverture anale est linéaire chez le mâle, elliptique chez

la femelle, et chez tous les deux garnie d'un gros bourrelet.

« A l'examen microscopique d'un brin de tissu connectif, outre ces individus complètement développés, se trouvaient encore leurs œufs (?), et d'autres individus non encore arrivés à leur complet développement, lesquels sont généralement morts, plus ou moins altérés, et souvent situés à l'intérieur de petits kystes entourés d'un dépôt calcaire (pl. II, fig. 2).

« Dans la plupart des poules mortes de l'épizootie ou provenant des poulaillers contaminés, j'ai rencontré souvent des concrétions calcaires dans le tissu conjonctif sous-cutané, principalement à la région des cuisses, des pattes et du cou, qui étaient de la grandeur d'un grain de panais ou même d'un grain de blé, lesquelles concrétions s'étaient formées indubitablement dans le kyste des acariens décrits.

« Diverses espèces d'acariens ont été observées dans le tissu connectif des oiseaux, et ayant déterminé des léslons à peu près semblables à celles indiquées ci-dessus. Le professeur Vizioli (1) en a décrit une espèce chez les Gallinacés, qu'il a nommée *Sarcoptus cisticola;* le professeur Rivolta a parlé d'un autre parasite des mêmes oiseaux, qu'il a reconnu pour être une espèce de sarcopte (2). Comparant les caractères observés chez ces différents acariens et résultant des descriptions desdits auteurs, on est induit à penser que ce sont les mêmes que ceux dont nous venons de parler.

« Si mes observations servent à compléter la description de ces acariens donnée par Rivolta, elles ne résolvent pas, toutefois, le problème de savoir quel est le genre de vie des adultes dans le tissu conjonctif sous-cutané. Cela n'empêche pas, je crois, de penser qu'ils y pénètrent de la surface cutanée, en rampant, car je n'ai trouvé que dans le tissu cellulaire, immédiatement sous la peau, un grand nombre de morts et d'enkystés.

« Les acariens que j'ai trouvés, moins fréquemment, dans les sacs aériens, sont bien plus grands que ceux du tissu conjonctif : ils mesurent, le mâle, $0^{mm},30$ de long et $0^{mm},25$ de large,

(1) *Giornale d'Anatomia fisiologia*, ecc. Piza, 1870.
(2) *Il medico veterinario*, Torino, 1870.

et la femelle 0^{mm},44 de long sur 0,^{mm}28 de large. Ils sont de forme ovoïde, privés totalement de poils (?), et toutes leurs extrémités terminées par une ventouse (pl. II, fig. 3, A, D).

« Cette même espèce acarienne a été minutieusement (?) décrite par Gerlach, en 1859 ; il l'a observée en grande quantité, non-seulement dans les bourses aériennes, mais encore dans les poumons et dans les os des poules.

« A l'égard de ces acariens, je n'ai qu'une seule addition à faire à la description de Gerlach : c'est que le mâle porte au milieu du dernier article de la deuxième paire antérieure un petit éperon qui n'a pas été signalé par cet auteur (pl. II, fig. 5, A).

« La présence dans le corps des poules de ces deux espèces acariennes doit-elle indubitablement déterminer de graves désordres, tels que causer le marasme, comme l'a observé Rivolta, pour celui du tissu connectif, et la mort par pneumonite ou entérite, comme l'a dit Gerlach pour celui des bourses aériennes? Pourtant, les lésions que j'ai observées dans les poules mortes de l'épizootie qui m'occupent montrent évidemment qu'il n'y a pas des rapports directs entre elles et la présence de ces acariens, d'autant plus que la présence de ces acariens n'est pas constante. Ils ont été trouvés dans plusieurs individus appartenant à l'espèce *Meleagris Gallo-Pavo*, qui ont été préservés complètement de l'épizootie. »

Nous connaissons depuis longtemps les deux acariens parasites du tissu cellulaire et des bourses aériennes des gallinacés, dont parle le Dr Pietro Piana dans le mémoire que nous venons de traduire en partie; nous les avons montrés le 6 avril 1877 à la réunion des délégués des Sociétés savantes de la Sorbonne, et c'est précisément parce que nous avons reconnu que les descriptions et les figures de l'auteur en question sont très insuffisantes, et même inexactes sur plusieurs points essentiels, que nous avons jugé indispensable d'en refaire une étude plus complète, plus méthodique, et de déterminer exactement la place qu'ils doivent occuper dans la série acariologique. On peut, rien

qu'en comparant les figures des deux planches annexées au présent mémoire avec les descriptions du Dr Pietro Piana, juger du bien fondé de nos assertions :

Les dimensions et la forme générale données par les figures de cet auteur sont assez exactes ; mais il dit, en parlant de la plus petite espèce : « Ils portent six soies, dont deux pour les « côtés et deux pour l'extrémité postérieure ; les quatre pattes « antérieures sont terminées par une ventouse, et les postérieures « par un simple poil. » Nous avons reconnu, au contraire, que, chez les individus adultes mâles et femelles, outre les paires de poils des flancs et de l'extrémité postérieure, il en existe trois paires sur la face dorsale au lieu d'une seule ; que les pattes antérieures n'ont pas de ventouses et sont armées de crochets sessiles, comme chez le *Sarcoptes mutans*, parce qu'ils ont perdu ces ventouses, qui existent en effet, mais seulement chez les larves et les nymphes, toujours comme chez le *Sarcoptes mutans*. Les pattes postérieures, au contraire, sont munies de ventouses et ne se terminent pas par des poils ; un hasard de préparation qui aura fait écarter les poils du dos et les aura mis dans la direction des pattes postérieures, de manière à les prolonger en apparence, aura causé l'erreur de l'auteur, que nous nous expliquons ainsi en voyant la figure 2 de sa planche II ; d'ailleurs, les figures de la femelle et du mâle sont exactes en ce point et en contradiction avec sa description, comme nous l'avons déjà fait ressortir plus haut. Il n'a pas vu non plus la vulve de ponte de la femelle, qui est pourtant très visible, située qu'elle est au milieu du corps entre deux paires de petits poils. Cette femelle n'est pas non plus ovipare, comme le dit M. Pietro Piana, et nous ne comprenons pas comment il a pu voir des œufs dans le tissu cellulaire, car cette espèce acarienne est ovo-vivipare, et la larve hexapode sort toute formée de son sein.

Enfin, ce ne sont pas seulement des jeunes et des individus incomplètement développés dont on rencontre les cadavres enveloppés d'un dépôt calcaire, ce sont des individus de tous les âges et de tous les sexes : c'est un moyen d'embaumement qu'emploie la nature afin d'isoler des cadavres dont les produits

de décomposition pourraient nuire aux propriétés des liquides nutritifs des gallinacés.

Relativement à la grande espèce que l'auteur dit avoir été *minutieusement* décrite par Gerlach, cette description, à laquelle nous nous sommes reporté, laisse, au contraire, beaucoup à désirer, comme toutes celles des acariens qu'il a voulu décrire, et cela parce qu'il manquait complètement des connaissances anatomo-entomologiques nécessaires pour cela. La seule addition que le Dr Pietro Piana fait à la description de Gerlach, à savoir, le petit éperon qu'il signale au dernier article de la deuxième paire de pattes antérieures, et dont la présence, d'après lui, caractériserait le sexe mâle, s'il avait poussé ces recherches plus loin, il aurait vu qu'il existe aussi chez la femelle adulte, et même chez les nymphes et les larves, et que, par conséquent, ce ne peut être un caractère sexuel. Cet acarien n'est pas non plus complètement glabre, ainsi que le dit cet auteur, après Gerlach; il a de très petits poils, au nombre de cinq paires, pour la face dorsale et deux paires pour la face ventrale, tous émergeant chacun d'une petite papille discoïde assez visible. Nous aurions encore beaucoup à dire sur les mœurs et l'action pathologique que Rivolta et Gerlach attribuent à ces deux espèces acariennes, nous y reviendrons plus loin; mais les citations ci-dessus suffisent pour montrer qu'il était indispensable de reprendre leur étude. C'est ce que nous allons faire.

Acarien parasite du tissu cellulaire des gallinacées.

Il s'agit de déterminer à quelle famille et à quel genre appartient cet acarien. Si nous nous reportons au tableau synoptique que nous avons dressé des divisions et subdivisions de l'ordre des Acariens, et que nous avons inséré dans les préléminaires de notre mémoire sur la famille des Gamasidés, la première de cet ordre, suivant nous (1), nous voyons que, par la composition du rostre et la disposition des pattes, notre parasite appartient à la FAMILLE DES SARCOPTIDÉS, qui a pour diagnose :

(1) *Mémoire sur la famille des Gamasidés*, in *Journal de l'Anatomie*, 1876.

Un rostre, dans lequel on distingue: des palpes maxillaires à trois articles en partie soudés par leur bord interne à la lèvre; des mandibules chéliformes, robustes, courtes, sans hampes. Des pattes à cinq articles, disposées en deux groupes, un antérieur et un postérieur, ayant des tarses terminés par un ou plusieurs crochets inégaux, accompagnés ou non d'une caroncule vésiculeuse ou d'une ventouse pédiculée caduque chez les adultes de quelques espèces.

Le même tableau nous montre que cet acarien appartient au genre SARCOPTES, qui a pour caractère (1):

Un corps large, orbiculaire ou ovalaire, ou oblong, obtus aux deux bouts, convexe en dessus, plat en dessous, marqué de stries sinueuses, symétriques, plus ou moins fines, dépassé en avant par un rostre mobile incliné, aplati, unguiforme, en partie caché sous l'épistome et pourvu de gros palpes coniques, bordés par deux joues carénées, membraneuses, transparentes, prolongeant les côtés du camérostome; mandibules épaisses, didactiles, à mors dentelés. Pattes épaisses, courtes, coniques, tarses pourvus de crochets mousses ou aigus et d'une ventouse portée sur un pédoncule cylindrique d'une seule pièce, persistante ou caduque, suivant les espèces.

Le genre Sarcopte peut être subdivisé en deux sous-genres : le premier ayant pour caractère distinctif une vulve transversale et les pattes postérieures sans ambulacre à ventouses, celui-ci remplacé par de fortes soies, chez la femelle, et dans les deux sexes des ambulacres à ventouse persistante aux membres antérieurs, et l'anus rétro-dorsal dans les deux sexes (*Sarcoptes seabiei* et *S. notoedres*).

Le deuxième ayant pour caractère distinctif: une vulve angulaire ou linéaire longitudinale, des ambulacres à ventouse aux quatre pattes, au moins chez le mâle, les nymphes et les larves, devenant caduques aux quatre membres chez la femelle d'une espèce(*Sarcoptes mutans*), ou chez les membres antérieurs des deux sexes adultes (*Sarcoptes cysticola*).

L'espèce à laquelle nous avons affaire est précisément cette dernière, et nous allons reprendre sa description, tout en conservant le nom que lui a donné le professeur italien Vizioli, nom que nous n'avons aucune raison de changer.

(1) *Monographie de la tribu des Sarcoptides psoriques*, in *Revue-Magasin de zoologie*, 1877 et 1878.

Sarcoptes cysticola (Vizioli). — (Planche VII).

Sarcopte à corps oblong, arrondi à chaque extrémité et à côtés parallèles ; pièces du squelette roussâtres ; téguments d'un blanc de perle, lisses en apparence, tant les stries transversales sont fines, à céphalo-thorax séparé de l'abdomen par un sillon circulaire profond, présentant cinq paires de soies, dont une sur le céphalo-thorax, deux sur les côtés et une près du milieu du notogastre, et la dernière, plus longue que les autres, post-abdominale et marginale, de chaque côté de la commissure postérieure de l'anus, qui est hypogastrique. Pattes presque marginales, glabres ; épimères des deux premières pattes se réunissant sur la ligne médiane en une pièce sternale impaire dont l'extrémité fourchue se soude aux épimères de la seconde paire de pattes un peu avant leur extrémité qui se recourbe en dehors ; épimères des pattes postérieures courtes et libres.

Femelle ovigère (fig. 1 et 2), long. $0^{mm},26$, lat. $0^{mm},11$. Pattes antérieures à tarse terminé par trois ongles petits et inégaux, sans ambulacre à ventouse, ni poils ni cirrhes ; pattes postérieures terminées par un ambulacre à ventouse sans autres accessoires. Vulve sous forme de fente longitudinale et médiane, à lèvres chitineuses, située entre les deux dernières paires de pattes, ayant sa commissure antérieure arrêtée au sillon qui sépare le céphalo-thorax de l'abdomen, et sa commissure postérieure au niveau de l'articulation de la hanche de la dernière paire de pattes avec son épimère : cette vulve est accompagnée de chaque côté de deux paires de petits poils situés, l'un à la hauteur de son milieu, l'autre près de sa commissure postérieure. Cette femelle présente toujours dans son abdomen, soit un œuf énorme d'une longueur égale à la moitié de sa propre longueur, soit un embryon hexapode de même grandeur prêt à naître ; elle est donc ovo-vivipare.

Mâle (fig. 3). Long., $0^{mm},20$; lat., $0^{mm},09$. Pattes antérieures et postérieures semblables à celles de la femelle ; une

paire de poils courts et fins entre les épimères des pattes postérieures. Pénis de forme conique et à armature chitineuse, entre les pattes postérieures et l'anus.

Jeune femelle pubère. Long. $0^{mm},20$, lat., $0^{mm},09$, semblable à la femelle ovigère ou embryogère, s'en distinguant par la présence aux quatre pattes d'un ambulacre à ventouse, et par l'absence de vulve, qui est remplacée par une fine ligne chitineuse pâle, médiane, sous-abdominale, indiquant la place où sera la vulve à la mue suivante.

Nymphe. Long. $0^{mm},18$, lat., $0^{mm},08$, semblable en tout à la précédente ; ne s'en distingue que par l'absence de la ligne chitineuse sous-abdominale simulant une vulve.

Larve. Long. $0^{mm},12$, lat., $0^{mm},07$, semblable à la nymphe, dont elle se distingue par l'existence d'une seule paire de pattes postérieures.

L'œuf n'existe pas à l'état de liberté, puisque la femelle est, comme nous l'avons dit plus haut, ovo-vivipare.

Habitat. Tissu cellulaire sous-cutané des régions des côtes, du flanc, des cuisses, de l'entrée de la poitrine et du cou chez les gallinacés.

Mœurs et action. Lorsqu'un individu meurt, quel que soit son âge, son cadavre provoque la formation d'un dépôt calcaire qui l'entoure de toute part, et qui peut acquérir le diamètre d'une graine de réséda ou d'une graine de lin ; on rencontre ces concrétions dans le tissu cellulaire des oiseaux, dans toutes les régions que nous venons d'indiquer comme servant d'habitat au *Sarcoptes cysticola*. C'est là la seule lésion que nous ayons jamais constatée du fait de cet acarien, bien que nous l'ayons souvent rencontré, et en colonies nombreuses, chez différents gallinacés, et surtout des gallinacés exotiques du genre Phasianus et d'autres genres voisins morts de maladies très diverses, ou même de mort violente, en pleine santé. Ces acariens se promènent au milieu du tissu cellulaire, très-lâche, comme on sait, chez les oiseaux, en écartant les fibres ou en les déchirant, au moyen de leur rostre ou de leurs pattes antérieures armées d'ongles ; il y vit de la sérosité qui s'y trouve, s'y accouple, s'y

multiplie et y meurt, sans occasionner d'autres lésions, nous le répétons, que les concrétions calcaires dont nous avons parlé. Tout ce qu'on a raconté sur son compte en dehors de cela est pure fantaisie, ou est le résultat d'inductions par analogie avec ce que peuvent faire les acariens réellement psoriques dont le *Sarcoptes cysticola* est, en effet, très voisin. Il diffère donc de ses congénères en ce qu'il ne possède pas de salive venimeuse ou irritante; quant au reste de son organisation, tout ce que nous avons dit à ce sujet du genre SARCOPTES, dans notre monographie des Sarcoptides psoriques (1), lui est parfaitement applicable, et nous y renvoyons nos lecteurs.

ACARIEN PARASITE DES RÉSERVOIRS AÉRIENS DES OISEAUX.

L'acarien que l'on rencontre souvent, quelquefois en abondance, dans les réservoirs aériens de certains oiseaux, n'est pas un sarcopte, bien que Gerlach l'ait regardé comme tel; il n'appartient même pas rigoureusement à la famille des Sarcoptidés, car l'organisation de son rostre ne correspond pas du tout à celle qui caractérise les Acariens de cette famille : on ne voit distinctement ni mandibules, ni maxilles, ni palpes; cependant, en cherchant bien, on voit des rudiments de ces derniers organes, avec des traces d'une division en trois articles, de chaque côté du rostre, qui est conique, formant un tube complet, arrondi et percé à son extrémité d'un petit trou rond. En raison de cette structure particulière, on peut considérer ce rostre comme formé de la réunion de la lèvre maxillaire, des palpes labiaux et des mandibules soudés ensemble; la lèvre, comme chez presque tous les Acariens, étant le résultat de la soudure des deux maxilles, forme le plancher inférieur du tube rostral; les deux palpes en forment les côtés, et les mandibules, confondues en une seule lame, constituent sa paroi supérieure. Tous les autres caractères de la famille des Sarcoptidés, c'est-à-dire ceux fournis par la disposition des pattes et le nombre de leurs articles, se retrouvent chez cet acarien, en sorte que nous pouvons le con-

(1) Dans la *Revue et Magasin de zoologie* de Guérin-Menneville, 1877.

sidérer comme appartenant à un groupe particulier, voisin de la famille des Sarcoptidés, et qui aurait pour caractère :

Un rostre conique, entier, à extrémité arrondie et percée d'un trou rond, et qui est constitué par la soudure de la lèvre maxillaire, des palpes labiaux et des mandibules, qui ne sont plus distinctes. Des pattes à cinq articles, disposées en deux groupes, ayant des tarses terminés par un ambulacre à ventouse pédiculée.

Ce groupe n'est constitué que par un seul genre, le genre Cytoleichus (de Κυτος, cavité, profondeur, et λειχω, lécher), que nous nommons ainsi en raison de son habitat et de sa manière de vivre en en léchant les parois. Nous l'avions nommé d'abord *Cytodites*, c'est-à-dire habitant des cavités, et c'est sous ce nom que nous l'avions présenté à la réunion des Sociétés savantes de la Sorbonne en 1876 ; si nous ne conservons pas ce nom, c'est que nous tenons à bien faire ressortir que son rostre lui permet seulement de lécher, de humer, la sérosité dont il se nourrit, et qu'il ne peut causer aucune des irritations ou inflammations dont on l'a accusé, par analogie avec ce que font les Acariens psoriques auxquels on l'a comparé et avec lesquels il n'a qu'une ressemblance éloignée.

Le genre Cytoleichus aura donc pour diagnose :

Un corps large, orbiculaire, convexe en dessus, plat en dessous, dépassé en avant par un rostre mobile incliné, conique, tubulaire, recouvert à la base seulement, et en haut par l'épistome, qui ne fournit aucun prolongement en forme de joues ou autrement. Pattes coniques allongées, tarses sans crochets, terminées seulement par un ambulacre à ventouse à pédicule cylindrique simple.

Ce genre ne renferme jusqu'à présent qu'une seule espèce, qu'en raison de sa forme générale, rappelant celle du Sarcoptes scabiei, nous nommons :

Cytoleichus sarcoptoides (*nobis*). — (Planche VIII).

Cytoleichus à corps blanc et diaphane, ayant les pièces du squelette chitineuses de couleur jaunâtre très pâle, les téguments lisses, sans stries visibles, en apparence glabres, mais

portant supérieurement cinq paires de très petits poils semblables à de courts et fins aiguillons s'élevant chacun d'une papille discoïde, plate : deux de ces paires de poils-aiguillons sont sur le céphalo-thorax, deux près des flancs, et une sur le noto-gastre ; inférieurement, deux paires de poils semblables se voient entre les épimères des pattes. Pattes robustes, assez longues, les antérieures presque marginales, groupées de chaque côté du rostre, presque glabres, présentant chacune sous le trochanter, près du bord externe, un poil-aiguillon, et à chaque tarse un autre poil-aiguillon au pied de l'ambulacre à ventouse ; chaque tarse de la deuxième paire présente supérieurement et dirigé en dehors un cirrhe à extrémité tronquée et arrondie ; épimères de la première paire de pattes réunies sur la ligne médiane, de manière à former un sternite impair ; épimères de la deuxième paire libres ; pattes postérieures robustes, presque aussi fortes que les antérieures, complètement glabres, à épimères courtes, arquées et libres. Anus hypo-marginal.

Femelle ovigère (fig. 1 et 2). Long. $0^{mm}57$, lat. $0^{mm}44$. Vulve sur la ligne médiane entre les épimères des deux dernières paires de pattes, en fente allongée d'avant en arrière, à lèvres épaisses, plus larges en arrière qu'en avant, précédée d'un sternite serpentin muni à sa base d'une sorte de garde semblable à celle d'un poignard. A l'intérieur du corps de cette femelle, se voient des œufs complètement développés au nombre de trois ou quatre, dont l'un contient toujours un embryon prêt à éclore, cette femelle étant ovo-vivipare.

Mâle (fig. 3). Long. $0^{mm}50$, lat., $0^{mm}38$, présente, au milieu de la face inférieure du corps, une trace de sternite serpentin sans garde. Pénis, en arrière des dernières pattes et en avant de l'anus, sous forme d'un petit cône tronqué chitineux, muni à sa base d'un petit sternite en fer à cheval.

Jeune femelle pubère. Long. $0^{mm},45$, lat., $0^{mm},38$, semblable au mâle, s'en distinguant par l'absence complète d'organes génitaux. C'est elle qui s'accouple avec le mâle, et la copulation se fait par l'anus, comme chez l'immense majorité des Acariens.

Nymphe. Long. $0^{mm},40$, lat., $0^{mm},32$, semblable en tout à la jeune femelle pubère.

Larve octopode. (fig. 4). Long. $0^{mm},30$, lat., $0^{mm},18$, semblable à la nymphe.

Larve hexapode. Long. $0^{mm},20$, lat., $0^{mm},12$, ne diffère de la précédente larve que par l'absence de la quatrième paire de pattes. Ces larves hexapodes sont rares, parce que la mue, qui la transforme en larve octopode, se produit très peu de temps après la naissance.

L'œuf en liberté n'existe pas, puisque la femelle de cette espèce acarienne, comme celle de la précédente, est ovo-vivipare.

Habitat. Les Cytoleichus sarcoptoïdes habitent les réservoirs aériens des gallinacés, surtout des Phasianidés, et, en raison de leur grande taille relative et de leur couleur blanche, il est facile de les voir à l'œil nu, en colonies quelquefois nombreuses, rampant sur les parois membraneuses, transparentes des sacs aériens, où ils font l'effet de grains de semoule sur une baudruche. On les rencontre aussi dans tous les diverticulum de ces sacs, dans les os et dans les bronches, avec lesquels, comme on sait, ces sacs communiquent. N'ayant aucun moyen de piquer ou de déchirer, comme les sarcoptides psoriques, ne pouvant que humer la sérosité qui lubrifie les parois des cavités ou des conduits qu'ils habitent, ils ne peuvent déterminer aucune affection plus ou moins analogue à la gale; aussi nous inscrivons-nous en faux contre les assertions de Gerlach, de Zundel, etc., qui les ont accusés de causer des entérites, des gales du péritoine, etc.. Quand ils sont extrêmement nombreux et qu'ils se pressent dans les bronches des oiseaux, ils peuvent déterminer des titilations de la muqueuse bronchique, accusée par des accès de toux; ils pourraient peut-être, à la rigueur, déterminer des symptômes asphyxiques, ce que nous n'avons jamais vu, bien que nous ayons disséqué un grand nombre d'oiseaux morts de maladies très diverses ou sacrifiés en pleine santé, et sur lesquels nous avons ordinairement trouvé, plus ou moins nombreuses, des colonies de ces Acariens; mais, nous le

répétons, chez aucun d'eux, nous n'avons trouvé des maladies pouvant se rattacher sûrement, ou seulement avec quelque apparence de vraisemblance, à la présence de ces Acariens. Les mœurs de cette espèce, de même que de celle qui vit dans le tissu cellulaire des mêmes oiseaux, sont donc très analogues à celles des Acariens que nous avons décrits avec M. le professeur Ch. Robin sous le nom de Sarcoptides plumicoles, c'est-à-dire qu'ils sont généralement inoffensifs, et ne pourraient être nuisibles que par leur très grand grand nombre.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche VII.

Sarcoptes cysticola (Vizioli).

Fig. 1. — Femelle vue de dos, au grossissement de 200 diamètres.
Fig. 2. — La même, face inférieure, même grossissement.
Fig. 3. — Le mâle, face inférieure, id.
Fig. 4. — Anatomie du rostre, au grossissement de 400 diamètres : *mx*, maxilles soudées, ainsi que leur prolongement membraneux, qui constitue la lèvre *ll; pm, p m,* palpes maxillaires; *mb, m b,* extrémité des mandibules; *jj,* joues.
Fig. 5. — Un cadavre de Sarcopte systicole encroûté au milieu d'un dépôt calcaire.

Planche VIII.

Cytoleichus sarcoptoïdes (Nobis).

Fig. 1. — Femelle vue de dos; grossissement, 100 diamètres.
Fig. 2. — La même, vue par la face ventrale, même grossissement.
Fig. 3. — Mâle, vu par la face ventrale, id.
Fig. 4. — Une larve octopode, face ventrale, id.
Fig. 5. — Le rostre grossi à 200 diamètres, montrant des rudiments de palpes soudés complètement à la lèvre.

SUR

UNE TRUITE MOPSE

Par M. G. CARLET

Professeur à la Faculté des sciences de Grenoble.

La Truite anomale, qui fait l'objet de cette note, a été prise dans l'un des lacs de la vallée des Sept-Laux (Isère), à plus de 2,000^{m} d'altitude. Cette Truite, que nous devons à l'obligeance du Dr Mansord (d'Allevard), présente une déformation de la tête assez semblable à celle des Carpes qu'on a décrites, depuis longtemps déjà, sous les noms de Carpes à visage humain, de Carpes à bec (*Cyprini rostrati*), de Carpes mopses (*Mopskarpfen* des Allemands), etc. Ces diverses dénominations reposent sur une vague ressemblance avec les objets qui ont servi de termes de comparaison, mais la dernière est celle qui s'applique le mieux à notre Truite. Celle-ci, en effet, tant par la saillie considérable de la mâchoire inférieure que par la courbure de la région frontale, rappelle un peu la physionomie du Chien mopse ou Carlin, le *Pug-Dog* des Anglais. On n'a guère fait, jusqu'à présent, que signaler cette disposition anomale chez la Truite. Valenciennes parle de deux Truites à bec faisant partie de la Collection du Muséum. Le savant ichtyologiste ne les décrit pas ; mais il fait remarquer « qu'il est difficile de concevoir comment ces individus pouvaient vivre, car la mâchoire inférieure dépasse en entier toute la supérieure. On ne comprend pas, ajoute-t-il, comment les dents pouvaient retenir leur proie (1). »

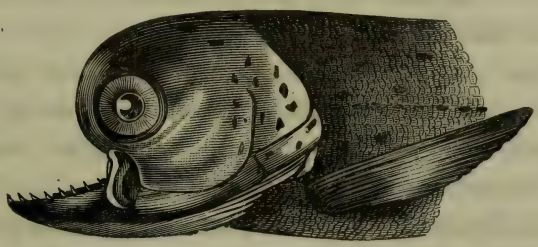
Nous ne saurions donc avoir la prétention de signaler une déviation nouvelle ; mais il n'est peut-être pas inutile de décrire et de figurer une Truite mopse ; enfin il ne nous paraît pas impossible d'expliquer comment cet animal peut pourvoir à sa

(1) Cuvier et Valenciennes : *Histoire naturelle des poissons*, t. XXI, p. 335 (1848).

subsistance, malgré les conditions défectueuses qu'il présente pour la préhension des aliments.

Anatomie.

1° *Configuration extérieure.* — Ce qui frappe au premier abord dans une Truite mopse, c'est la saillie de la mandibule inférieure, qui s'avance, à la manière d'un bec, en avant de la supé-



rieure. On sait au contraire que, chez la Truite ordinaire, la bouche étant fermée, la mâchoire d'en haut dépasse légèrement celle d'en bas.

En présence du raccourcissement de la mâchoire supérieure, on peut se demander si la saillie du bec est due au seul effet de ce raccourcissement, la mâchoire inférieure ayant son développement habituel, ou si cette dernière s'est allongée de façon à rendre sa proéminence encore plus considérable. La mensuration permet de répondre, en montrant que la mandibule ne s'est pas allongée, puisqu'elle est même un peu plus courte que celle d'une Truite normale de mêmes dimensions.

La région frontale est arrondie en forme de genou ; elle porte en bas et en avant deux orifices qui ne sont autres que ceux des fosses nasales. Au-dessous de ce genou se trouve l'entrée de la bouche, limitée en haut par la lèvre supérieure, en bas par la langue, latéralement par la réunion des maxillaires et des sus-maxillaires, qui descendent à la façon de moustaches verticales sur la base de la mâchoire inférieure, au lieu de se diriger très obliquement vers celle-ci, comme d'ordinaire.

La langue, grosse et charnue, ne présente rien d'anormal ;

elle est creusée d'une gouttière médiane de chaque côté de laquelle sont implantées quatre dents crochues en arrière. Des dents semblables, mais beaucoup plus saillantes et moins fines à la mâchoire inférieure qu'à la supérieure, garnissent les bords de l'orifice buccal. L'œil est de grandeur ordinaire et l'appareil operculaire n'offre rien de particulier ; les régions masséterine et génio-hyoïdiennne, situées respectivement en avant du préopercule et entre les deux branches de la mâchoire inférieure, présentent les mêmes reliefs qu'on observe en ces endroits sur une Truite saine de même taille.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, avec son front bombé, avec sa mâchoire inférieure saillante et montrant les dents, la tête de notre Truite a de l'analogie avec celle du Carlin : vue de face, la gueule largement ouverte, elle rappelle assez bien quelques-unes de ces figures grimaçantes dont les artistes se plaisaient à orner les gargouilles des édifices gothiques.

La difformité de la tête est la seule chose qui attire l'attention, et c'est aussi là seulement que réside en réalité la différence entre notre Truite et une autre à mâchoires égales. Disons en passant, pour n'y plus revenir, que nous n'avons rien trouvé d'anormal en arrière de la tête. La longueur du corps, mesurée de la pointe du bec à l'extrémité de la nageoire caudale, est de dix-huit centimètres ; enfin l'individu est femelle, et l'ovaire nous a présenté, à l'examen microscopique, des œufs tous munis de leur vésicule germinative et ne différant pas des œufs ordinaires.

2° *Ostéologie.* — Aucun os ne fait défaut ; quelques-uns seulement diffèrent en longueur et en direction de ce qu'ils sont à l'état normal. Les frontaux ont conservé leurs dimensions ; mais, au lieu d'être rectilignes, ils s'incurvent au niveau des apophyses orbitaires, de façon à former par leur réunion un os bombé en avant comme le frontal de l'homme. L'ethmoïde médian se trouve situé directement au-dessous des frontaux, au lieu d'être en avant de ceux-ci. Les ethmoïdes latéraux et les orifices des fosses nasales sont également déjetés en bas, ces fosses conservant d'ailleurs leur configuration ordinaire. Les

intermaxillaires, au lieu d'être situés en avant des frontaux, se trouvent en arrière du plan vertical tangent à leur courbure. Le système ptérygo-palatin est réduit dans sa longueur; mais le raccourcissement porte moins sur les ento et ectoptérygoïdes que sur les palatins, qui sont courts et presque transversaux comme chez les Batraciens. Ces derniers os portent une rangée de dents comme chez les Truites saines. Le vomer est peu raccourci, et présente des dents disposées sur deux rangs; le parasphénoïde est très court, surtout dans sa partie antérieure; enfin les orbito et alisphénoïdes sont également réduits en longueur.

Nous n'avons rien trouvé d'anormal dans la mâchoire inférieure, non plus que dans la portion osseuse du crâne située en arrière de la chaîne formée par l'apophyse orbitaire et les os orbitosphénoïde, alisphénoïde et parasphénoïde. Nous ferons seulement remarquer que c'est exagérer que de dire, avec Valenciennes, que la mâchoire inférieure dépasse « en entier » la supérieure; la vérité est que l'os articulaire est en rapport à sa base avec les maxillaire et sus-maxillaire. Une aponévrose commune réunit, comme à l'état normal, ces divers os et les rend solidaires.

Après l'examen ostéologique auquel nous venons de nous livrer, on ne saurait admettre (comme on pourrait le faire en ne considérant que la conformation extérieure) qu'un accident a rendu notre Truite difforme par enlèvement d'une partie de la mâchoire supérieure, accident qui aurait été suivi d'une cicatrisation. Quant à la manière dont la déformation s'est produite, on ne peut faire à ce sujet que deux hypothèses : ou le frontal s'est courbé en arc, et les os sous-tendus se sont ensuite raccourcis, étant arrêtés dans leur développement en avant; ou bien, au contraire, il y a eu d'abord raccourcissement, atrophie partielle de ces os, et la diminution de la corde a entraîné une plus grande courbure de l'arc, c'est-à-dire du frontal. Nous inclinons à croire que cette seconde hypothèse est la véritable. Quoi qu'il en soit, si l'on redresse le frontal par la pensée, redressement que nous avons pu faire en réalité, on verra que

les intermaxillaires viendront se disposer au-dessus du point de réunion des dentaires.

3° *Myologie.* — Il suit des dispositions ostéologiques que nous venons de faire connaître que les seules particularités myologiques qui puissent exister, se rattachent au système maxillo-mandibulaire, et encore n'existent-elles pas pour ainsi dire. En effet, les muscles de la région masséterine et les génio-hyoïdiens offrent leur développement habituel. Au-dessus de la portion antérieure de ces derniers, c'est-à-dire au sommet de l'angle de la mâchoire inférieure, se trouve un muscle transversal allant d'un dentaire à l'autre, et méritant le nom de *muscle interdentaire.* Ce muscle nous a paru plus développé sur notre Truite que sur une autre un peu plus volumineuse, où nous n'avons trouvé que des faisceaux épars ne formant pas un corps musculaire proprement dit.

Physiologie.

La première question physiologique, la seule à vrai dire qui se pose à l'esprit, c'est de savoir comment l'animal a pu se nourrir. En d'autres termes, il faut chercher comment s'est effectuée la préhension des aliments; car il n'y a pas de mastication chez la Truite, ses dents aiguës et crochues servant seulement à retenir une proie qu'elles ne peuvent ni découper ni triturer. La Truite, on le sait, est d'une voracité extrême et avale gloutonnement ses aliments ; elle se montre avide de vers et de larves d'insectes, mais elle est également friande de la chair, et surtout du frai d'un grand nombre de poissons : tous les pêcheurs savent avec quelle habileté elle saute à la surface de l'eau pour s'emparer des insectes ailés qui passent à sa portée.

Il est facile de démontrer que les mâchoires de notre Truite ont joué un rôle important dans l'acte de la préhension ; car, si, d'une part, elles étaient restées dans l'inaction, leurs muscles auraient disparu tôt ou tard, et si, d'autre part, ces muscles n'avaient travaillé que rarement, ils n'auraient pas conservé leur volume normal : ils se sont donc contractés souvent et

fortement; autrement dit, la bouche a dû s'ouvrir et se fermer fréquemment. Ce premier point établi, il reste à savoir comment l'animal a pu saisir une proie que la saillie de la mâchoire inférieure paraît devoir éloigner, ou tout au moins empêcher d'arriver jusqu'à l'endroit où les deux mâchoires peuvent se refermer sur elle.

Si l'on veut bien réfléchir que la mandibule inférieure et la langue sont armées de crochets aigus, on comprendra facilement qu'une proie prise par-dessous soit retenue au moyen de ces hameçons naturels. La langue qui, chez la Truite ordinaire, est renfermée dans la bouche et incapable d'en sortir, est ici presque tout entière au dehors et joue un rôle actif dans la préhension des aliments ; elle contribue même à amener ceux-ci jusqu'à l'orifice buccal. Nul doute aussi que le muscle interdentaire ne serve à mieux fixer la proie, en rapprochant les deux branches de la mâchoire inférieure, qui se resserrent sur elle et y font pénétrer davantage les crochets dentaires. Il faut ajouter à cela que les mouvements énergiques d'élévation de la mâchoire inférieure peuvent comprimer la proie entre cette mâchoire et le front de l'animal, servant ainsi à son introduction dans la bouche. Ne peut-il pas se faire encore que la Truite pousse sa proie contre un obstacle plus ou moins résistant, tel qu'un rocher ou même un fond sablonneux ? Celle-ci est alors resserrée entre le frontal, la mâchoire inférieure et l'obstacle; elle ne saurait donc s'échapper. Notre Truite a pu ainsi se nourrir facilement de petits poissons. Quant aux vers ou aux larves d'insectes, elle se les procurait plus facilement encore en fouillant le sable avec la mâchoire inférieure, les saisissant et les ramenant même un peu en arrière avec la langue ; elle a pu aussi, en pleine eau, engloutir au passage des substances alimentaires en nageant, la gueule largement ouverte. Ce dernier mode de préhension rappelle celui qu'emploient dans l'air les Passereaux fissirostres, tels que l'Hirondelle et l'Engoulevent.

Nous doutons que notre Truite ait pu se livrer à la chasse des insectes au-dessus de l'eau ou à sa surface. Il est clair, en effet, que, pour cet exercice, une mâchoire inférieure plus longue que

la supérieure sera très défavorable, car, projetée en avant et en haut, elle repoussera les insectes qui flottent ou que l'animal cherche à happer en l'air. Tout au contraire, cette disposition, qui est favorable à la chasse dans le sable, le sera aussi à la chasse en pleine eau, si la Truite nage plus ou moins obliquement; car alors les substances alimentaires viendront frapper le plan incliné de la mâchoire inférieure et seront dirigées, par l'effet de la composante parallèle à celle-ci, vers l'orifice buccal. Si la Truite nage dans un courant, comme elle le remonte toujours, celui-ci facilitera encore l'introduction des particules alimentaires dans l'orifice buccal, à condition toutefois qu'elle se dirige de haut en bas, car, dans le cas d'une trajectoire ascendante, ces particules viendraient se briser contre la saillie du bec, et seraient rejetées loin de la bouche.

En résumé, impossibilité pour la Truite mopse de saisir des insectes volant à la surface de l'eau et de chasser une proie dans un courant, suivant une trajectoire ascendante; en revanche, facilité très-grande de se nourrir de frai ou de chercher des vers et des larves dans les fonds sablonneux ou contre les parois; enfin, possibilité, en plongeant, de s'emparer d'un poisson et de le retenir.

Quoi qu'il en soit, les dimensions de notre Truite suffisent à affirmer qu'elle a vécu de sa chasse. Les pêcheurs qui l'ont prise, en ayant déjà rencontré de semblables, croyaient avoir trouvé une nouvelle espèce ; mais cette erreur se trouve suffisamment réfutée par ce qui précède.

CONTRIBUTION

A

L'ÉTUDE DU ROUGE RÉTINIEN

Par M. H. BEAUREGARD

(PLANCHE IX.)

Chez beaucoup d'animaux, les bâtonnets de la rétine sont colorés en rouge. Cette coloration, déjà entrevue en 1842 par Krohn chez les Céphalopodes, fut signalée plus tard par Leydig (1857) et Max Schultze chez les amphibies. Plus récemment, Fr. Boll, dans une série de mémoires présentés à l'Académie des sciences de Berlin et à l'Académie royale des Lyncées (Rome, 1876-1877), attira de nouveau l'attention des physiologistes sur cette question; il indiqua tout d'abord que le rouge de la vision (Sehroth) est une coloration propre à la rétine de la plupart des animaux, et fit connaître en même temps la remarquable propriété dont il jouit « de diminuer et de se consumer « pendant la vie sous l'action de la lumière, tandis qu'il se « reproduit et se renforce dans l'obscurité. »

Pendant la vie, cette décoloration de la rétine par la lumière est compensée par une régénération continue du rouge rétinien, ce dont il est facile de se convaincre. Il suffit pour cela d'exposer pendant plusieurs heures des grenouilles à la lumière ordinaire du jour; si l'on vient alors à mettre à nu la rétine, on constate qu'elle est colorée en rouge tout aussi bien que si elle avait été soustraite à l'action de la lumière pendant un certain laps de temps.

Après la mort, les choses se passent autrement, la coloration rouge disparaît, et la rétine devient blanche. Cette décoloration est rapide si la rétine est exposée à la lumière; quelques secondes d'exposition suffisent à faire pâlir d'une manière très

sensible la teinte rouge, qui en quelques minutes disparaît complètement. C'est chez les mammifères que cette disparition se fait le plus promptement. Chez les grenouilles elle est plus lente. — On peut, du reste, retarder de 24 et 48 heures l'altération du rouge rétinien, en plaçant les rétines dans l'obscurité.

Les premières recherches de Fr. Boll furent le point de départ de nombreux travaux. M. Kühne en particulier s'attacha à rechercher la nature de cette coloration de la rétine et la source de sa régénération continuelle. Boll avait, au sujet de son origine, émis deux hypothèses : ou bien la coloration rouge est le résultat de phénomènes d'interférence prenant leur point de départ dans la structure lamellaire des bâtonnets, ou bien elle est produite par une matière pigmentaire rouge pour laquelle il propose le nom d'erythropsine. Cette dernière hypothèse semble devoir être adoptée. En effet, Boll est parvenu à modifier le rouge rétinien au moyen de certains réactifs chimiques. C'est ainsi que, par l'acide acétique, il a transformé la couleur rouge en une couleur jaune d'or. D'autre part, MM. Ewald et Kühne (1) ont obtenu des dissolutions du rouge rétinien en traitant des rétines de grenouilles par l'alcool dépourvu d'éther. Dans ces dissolutions décolorées à la lumière, le rouge se régénère à l'obscurité absolument comme dans les rétines enlevées de l'œil. Cette régénération se fait lentement, la coloration devenant d'abord jaune, puis chamois, et enfin rose. Il paraît donc évident que le rouge rétinien est un pigment qui jouit d'une très grande sensibilité vis-à-vis de la lumière.

Quant à la source de la régénération du rouge rétinien, Boll a émis une opinion qui ne me paraît pas suffisamment justifiée. Il croît pouvoir admettre que, chez les grenouilles, les gouttelettes jaunes qui siègent dans l'épithélium pigmenté de la rétine constituent la matière première aux dépens de laquelle le rouge rétinien consumé par la lumière se reproduit incessamment. Une telle relation génétique entre les globules jaunes et le rouge rétinien ressortirait de ce que, d'après ses expériences, chez les grenouilles maintenues à l'obscurité, toutes les goutte-

(1) Ewald et Kühne. Centralblatt, 1877.

lettes huileuses sont teintes d'une même couleur jaune intense, tandis que, chez celles où il s'est fait, suivant son hypothèse, une longue consommation, les cellules pigmentaires, outre les gouttes fortement colorées, en contiennent d'autres d'un jaune pâle, et même un nombre considérable de gouttelettes incolores dont la substance jaune est complètement disparue.

De nombreuses expériences que j'ai faites dans le même sens, m'ont donné des résultats tout différents : six grenouilles ayant été soumises à une obscurité complète pendant huit jours, furent décapitées, puis la rétine préparée à la lumière jaune et observée immédiatement. Sur aucun des sujets de cette expérience, il ne m'a été possible de trouver des globules jaunes dans l'épithélium rétinien. Mais, par contre, le centre de chaque cellule pigmentaire de l'épithélium était occupé par un corpuscule brillant, incolore, et moins gros que les corpuscules colorés en jaune dans les rétines normales. Leur volume était comparable à celui des globules jaunes des cônes des oiseaux. Une seule fois, dans une autre série d'expériences semblables, j'ai rencontré quelques rares globules colorés en jaune très pâle.

Je me suis alors décidé à procéder autrement. Plusieurs grenouilles ayant été maintenues dans l'obscurité pendant une dizaine de jours, j'énucléai un des yeux de chacun des sujets en expérience. L'observation microscopique immédiate de l'épithélium rétinien, me fit voir un nombre considérable de gros globules incolores, parmi lesquels se trouvèrent quelques rares globules très petits qui m'ont paru avoir une légère teinte jaunâtre. — Les grenouilles ainsi mutilées furent alors exposées à la lumière ordinaire pendant quelques jours ; puis l'œil fut extirpé et examiné. Je trouvai alors dans le pigment rétinien un grand nombre de globules colorés en jaune entremêlés de globules incolores. Les globules colorés étaient de deux sortes : les uns volumineux, semblables aux globules normaux, les autres beaucoup plus petits.

Dans une autre expérience semblable, l'œil énucléé, après exposition au jour, m'offrit un grand nombre de boules colorées en jaune très pâle, qui me semblaient établir le passage

entre les globules incolores que j'avais si fréquemment rencontrés dans les rétines soumises à l'obscurité et les globules colorés normaux.

Ces expériences me semblent infirmer l'hypothèse avancée par Boll. Elles sembleraient établir, en effet, que les globules jaunes disparaissent à l'obscurité pour se reformer sous l'influence de la lumière, contrairement à ce qui a lieu pour le rouge rétinien. Je ne veux cependant pas essayer de tirer quelque conclusion de ces expériences, car il m'est arrivé dans certains cas aussi d'examiner des épithéliums rétiniens de grenouilles soumises à la lumière du jour sans pouvoir rencontrer les globules jaunes. Il paraîtrait par suite exister des différences individuelles quant à l'absence ou à la présence de globules, et cela suffit à nous rendre très sobre de conclusions. J'ai voulu seulement, en reproduisant des expériences que j'ai faites de longue haleine et sur de nombreux sujets, apporter des éléments qui me paraissent tout à fait contraires à l'hypothèse de M. Boll sur la source du rouge rétinien chez les grenouilles. J'ajouterai d'ailleurs qu'une pareille relation entre les globules jaunes et le rouge rétinien paraît bien problématique lorsqu'on songe que, chez les mammifères, qui possèdent eux aussi un rouge rétinien, il n'existe pas des globules jaunes.

Quelle que soit l'origine du rouge rétinien, ce pigment jouit, disions-nous plus haut, d'une très grande sensibilité à l'action de la lumière. Cette propriété a été mise à profit par M. Kühne pour reproduire sur la rétine de divers mammifères (lapin, bœuf) les images d'objets placés au-devant d'elle. La rétine, jouant le rôle d'une plaque photographique sensibilisée par le rouge rétinien est en effet susceptible de reproduire des images positives des objets.

Ces optogrammes s'obtenant très facilement, je réussis promptement à me familiariser avec ce genre d'expériences, et je songeai à appliquer les mêmes recherches à l'œil des oiseaux, me proposant, au moyen de semblables optogrammes, de déterminer avec exactitude sur quelles parties de la rétine le peigne projette son ombre, pour les diverses positions de l'œil

par rapport à un point extérieur fixe. Mes recherches antérieures sur le rôle du peigne m'ont en effet permis de croire que cet organe joue un rôle très important dans l'exercice de la vision chez les oiseaux; mais je n'ai encore jamais pu me rendre compte, d'une façon aussi exacte que je l'aurais désiré, des limites de son action comme voile interposé entre la retine et les rayons lumineux venus du dehors.

Tous mes essais d'optographie sur l'œil des oiseaux furent vains. Je procédais cependant en m'entourant des mêmes précautions qui m'avaient réussi avec les lapins. Après avoir soumis pendant deux ou trois jours des poules et des pigeons à une obscurité absolue, je les décapitais, et immédiatement j'exposais les yeux à la lumière d'une fenêtre de forme déterminée. Je variai les temps d'exposition et les diverses conditions expérimentales autant qu'il fut en mon pouvoir, sans arriver à aucun résultat. La face antérieure de la rétine m'apparaissait toujours, après l'ouverture de l'œil, colorée en rose pâle homogène ; mais sur ce fond rose ne se détachait aucune image. — Voulant alors me rendre compte de la couleur de la rétine des oiseaux avant et après l'action de la lumière. je procédai de la façon suivante :

Observation n° 13 de mon cahier de notes. — Un pigeon blanc non albinos est enfermé pendant un jour et une nuit dans une chambre noire ; le lendemain matin l'animal est décapité ; l'œil droit ouvert immédiatement (à la lumière jaune), la rétine est soulevée et détachée du fond de l'œil; sa face antérieure présente une coloration d'un rose tendre semblable au rouge rétinien des grenouilles. Sa face postérieure est très remarquablement colorée de la façon suivante : Dans le segment supérieur de la rétine, au-dessus de l'insertion du nerf optique, on voit un disque de couleur rouge mélangé de jaune brun. Vers la périphérie de ce disque, la teinte rouge devient plus pâle, et passe peu à peu au jaune verdâtre. Tout le reste de la face postérieure de la rétine, jusque vers les bords, présente une teinte chamois tirant un peu sur le jaune.

J'ai toujours retrouvé ces colorations de la rétine chez les

pigeons blancs non albinos soumis quelque temps à l'obscurité. J'opérai alors sur des oiseaux de même couleur, après une exposition au jour variant de 1/2 heure à une heure. A l'ouverture de l'œil, je retrouvai constamment la teinte rosée de la face antérieure de la rétine et les couleurs variées de la face postérieure.

Entre temps, je remarquai que ces couleurs s'avivent d'une façon très manifeste si l'on plonge les yeux dans une solution saturée d'alun, afin de faire durcir la rétine dans le but de la séparer plus aisément de l'épithélium pigmenté. La zone discoïde rouge prend alors une intensité de coloris très remarquable, et peut se comparer à un pain à cacheter d'un beau rouge que l'on aurait collé sur un fond chamois ou jaune brun verdâtre.

Après avoir à maintes reprises constaté ces faits chez les pigeons blancs, j'entrepris des recherches microscopiques sur les différentes parties colorées de ces rétines. Je me suis trouvé très bien de l'emploi de solutions saturées d'alun pour durcir les rétines, et arriver ensuite à pratiquer des coupes fines. Après 48 heures le durcissement est généralement très suffisant, et les éléments de la rétine sont dans un parfait état de conservation. Les cônes et les bâtonnets n'ont subi aucune altération, ainsi que j'ai pu fréquemment m'en convaincre par la comparaison avec des éléments de même nature examinés frais dans une goutte d'humeur aqueuse; les globules colorés ne sont point déformés, et conservent leur coloration dans toute son intensité.

En procédant de la sorte et pratiquant des coupes sur la rétine, voici ce que j'ai observé chez les pigeons blancs non albinos :

1° Toute la région qui, à l'œil nu, apparait fortement colorée en rouge à la face postérieure de la rétine, présente dans sa structure les diverses particularités suivantes : Les éléments qui la composent sont tous de même nature; ce sont des cônes à pointe hyaline généralement très effilée, à corps à peu près régulièrement cylindrique. Il ne semble point exister de bâton-

nets dans toute cette partie de la rétine, que l'on pourrait par là comparer à la tache jaune de la rétine des mammifères. Quant à la coloration rouge de cette région, elle reconnaît deux causes distinctes : d'une part, les cônes à globules rouges sont en très grand nombre, et l'emportent de beaucoup sur les cônes à globule jaune (planche IX, fig. 1) ; d'autre part, le corps des cônes à globule rouge présente une coloration rouge très manifeste : aussi les coupes de cette portion de la rétine apparaissent-elles à un faible grossissement comme un ruban rouge (région des corps des cônes) bordé en dehors d'une ligne rouge-grenat (région des globules colorés).

Cette coloration du corps des cônes rappelle donc sur les coupes la couleur de la couche des bâtonnets dans la rétine des grenouilles. Mais, chez les pigeons dont il s'agit ici, la coloration du corps des cônes est d'une nature bien différente. Ce n'est point une teinte homogène et amorphe de tout le corps de l'élément, mais une sorte de sablé rouge, formé de petites granulations de volume variable, et par suite tout à fait comparable à un pigment figuré.

Déjà Müller (1), Schultze (2) et Dobrowolsky (3) ont signalé une coloration diffuse du corps des cônes à boule rouge. Müller et Hannover (4) après lui l'ont attribuée à un phénomène d'imbibition, et, ajoute ce dernier, c'est toujours le corps qui se colore et non la pointe. J'indiquerai plus tard la raison qui me fait rejeter cette manière de voir ; je ferai seulement remarquer ici que, s'il y a imbibition, on peut se demander pourquoi la pointe du cône n'est jamais colorée, et quelle est la raison de cette localisation dans le corps de l'élément. J'ajouterai, d'autre part, qu'il n'y a point là non plus un accident de préparation (les globules rouges de ces cônes colorés n'étant nullement altérés dans leur forme), et qu'enfin cette coloration du corps des cônes est constante dans la région rouge de la rétine des pigeons blancs.

(1) H. Muller. *Zeitzsch. f. wiss. zool.* 1857, 8, p. 39.
(2) M. Schultze. *Arch. fur. mikr. Anat.* 1866, 2 p. 203.
(3) Dobrowolsky. *Arch. fur Anat. und. Phys.* 1871.
(4) Hannover. *La rétine de l'homme et des vertébrés.* Paris, 1876.

Quoi qu'il en soit, ce pigment, de couleur rouge-grenat, est formé de granulations généralement très fines, au milieu desquelles s'en voient de plus volumineuses. Il n'est même pas rare de rencontrer des granulations qui atteignent un diamètre assez considérable pour former comme un petit globule secondaire, placé vers le milieu du corps du cône en avant du globule rouge. Je représente fig. 2 quatre de ces cônes à globule rouge et à corps pigmenté. Quant aux cônes à globule jaune qui existent en cette région de la rétine, ils sont, ai-je dit, peu nombreux et de deux sortes. Les uns portent un globule jaune d'or, et les autres un globule jaune verdâtre. Müller signale une coloration jaune du corps de ces cônes. Je ne l'ai jamais observée d'une façon bien manifeste; elle serait dans tous les cas excessivement peu prononcée et amorphe. Quelquefois le corps de ces cônes m'a paru avoir une légère teinte bleue. J'attribue cette apparence plutôt à un phénomène optique qu'à une coloration véritable de l'élément.

2° Vient-on maintenant à pratiquer des coupes sur les parties de couleur chamois de la rétine, on constate des différences très sensibles dans la structure de ces régions comparativement à celle de la région rouge. Les cônes sont entremêlés de nombreux bâtonnets (fig. 5), distincts par leur forme et l'absence de globules colorés. Ils sont hyalins et très réfringents. Les cônes à globule rouge diminuent en nombre relativement aux cônes à globule jaune d'or ou à globule jaune verdâtre. Mais ce qui est particulièrement remarquable, c'est que, dans toute cette région de la rétine, le corps des cônes à globule rouge est complètement incolore. Jamais, et cela sans qu'aucune exception se soit montrée, je n'ai pu trouver dans cette partie chamois de la rétine, chez les pigeons blancs, des cônes à globule rouge dont le corps présentât la moindre trace de pigment rouge. Ce fait me détermine à rejeter l'idée d'une imbibition dans les cas de coloration du corps des cônes; il serait, en effet, au moins étrange de voir l'imbibition se localiser d'une façon constante dans une région déterminée de la rétine, à l'exclusion de tout le reste, et pour admettre cette imbibition, il faut supposer que

l'origine en est dans les globules colorés : or ceux-ci sont exactement semblables en intensité de coloration et en grosseur dans toutes les parties de la rétine, que le corps du cône soit ou non coloré. — J'ai représenté, fig. 4, un cône à globule rouge et un cône à globule jaune d'or pris tous deux dans les régions chamois de la rétine. L'absence de coloration du corps de ces cônes et la faible quantité relative des cônes à globule rouge, donnent à l'ensemble de la coupe dans ces régions un aspect tout différent de celui que présente la coupe faite dans la zone rouge de ces rétines.

Si l'on étudie l'action de la lumière sur le pigment rouge du corps des cônes à boule rouge, on constate qu'elle est nulle, contrairement à ce qui a lieu pour le rouge rétinien des grenouilles et des mammifères. Pour le moins, cette influence est très peu manifeste et ne se ferait ressentir qu'à la longue. On peut en effet exposer à la lumière, pendant 24 heures, des rétines de pigeon extraites de l'œil sans arriver à les décolorer complètement. C'est dans les parties de couleur chamois que débute l'altération. Celles-ci deviennent plus pâles, puis d'un jaune verdâtre, enfin complètement incolores, ce qui ferait penser que dans ces régions les globules jaune d'or s'altèrent avant les globules jaune verdâtre. Dans la zone colorée en rouge, l'altération débute également par les globules jaunes : ce qui le prouve, c'est que le rouge, tout en perdant de son intensité, perd également la teinte jaunâtre qui s'y mêlait auparavant, si bien qu'au bout de quelque temps, le rouge est devenu d'un beau rose, qui s'éteint peu à peu et finalement disparaît. D'ailleurs, sur les préparations microscopiques de ces rétines, on peut contrôler facilement ces résultats, et reconnaître que la décoloration des globules jaunes commence avant celle des globules rouges. J'ajouterai que le pigment rouge du corps des cônes, là où il existe, jouit de la même force de résistance à l'altération. Il semble donc très peu influencé par la lumière, et ne céder qu'à la désorganisation intime de la substance de l'élément qu'il colore.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer résument un grand

nombre d'expériences que j'ai faites sur des pigeons blancs non albinos. Je dois dire que ces faits s'appliquent également dans tous leurs traits essentiels aux pigeons à plumage complètement noir. Chez ces derniers même, la zone rouge de la rétine prend ordinairement une très remarquable intensité de coloration.

D'ailleurs, comme chez les pigeons blancs, cette coloration reconnaît pour cause la présence d'une quantité très considérable de cônes à globule rouge, dont le corps est coloré par le pigment granuleux rouge-grenat dont j'ai fait mention. Chez eux également, le pigment fait défaut dans le corps des cônes à globule rouge des autres parties de la rétine.

On peut donc penser d'après cela que les particularités que je viens d'indiquer sont propres à la rétine des pigeons et indépendantes de la couleur de leur plumage. Il ne faudrait toutefois pas conclure des pigeons aux autres oiseaux, ainsi que me l'a montré l'étude de la poule. Voici, en effet, ce que montre la rétine examinée chez une poule après 24 heures de séjour dans la dissolution d'alun. L'individu en expérience offre la coloration suivante : rémiges et rectrices noires, tectrices jaune brun.

A l'ouverture de l'œil, on trouve la face antérieure de la rétine très légèrement teintée de rose. Sa face postérieure présente une coloration à peu près uniforme, sauf une intensité plus prononcée en une région. La teinte générale est chamois tirant un peu sur le jaune brun. Dans le segment de la rétine placé au-dessus de l'insertion du nerf optique, la coloration est un peu plus fortement accusée. Plus pâle dans les autres parties de la rétine, elle disparaît peu à peu pour s'éteindre complètement vers les bords.

A l'examen microscopique, on constate que les diverses teintes offertes par la face postérieure de la rétine examinée à l'œil nu, sont en relation avec le mode de répartition des cônes à globules colorés. Les cônes à globule rouge que l'on trouve dans toutes les régions de la rétine sont plus nombreux dans la zone à coloration plus marquée, qui répond par sa situation à la région rouge de la rétine des pigeons. Mais, chez la poule en

question, le nombre des globules rouges plus considérable que celui des globules jaunes est la seule cause de l'intensité plus grande de la coloration en cette région, car aucun des cônes ne présente dans sa partie cylindrique le pigment granuleux rouge si abondant dans la région correspondante de la rétine des pigeons. D'ailleurs, dans aucune partie de la rétine de ces poules, je n'ai pu trouver des cônes à globules rouges dont le corps présentât le pigment granuleux en question. Maintes fois j'ai répété ces recherches, et j'ai pu me convaincre que ce fait est bien propre à la rétine de ces poules.

Les segments inférieur et latéraux de ces rétines, qui présentent à l'œil nu une coloration plus pâle, se font remarquer à l'examen microscopique par l'abondance des cônes à globule jaune. Ceux-ci sont de deux sortes : les uns d'un jaune d'or vif, les autres d'un jaune pâle verdâtre (fig. 9 et 10). En même temps on rencontre dans ces régions, et particulièrement vers les bords de la rétine, une quantité assez considérable de bâtonnets ainsi que de nombreux cônes doubles. Je reproduis fig. 8 un cône en état de division, comme il est assez fréquent d'en observer dans ces régions. On voit que ce cône porte deux globules colorés. L'un, jaune d'or, assez peu volumineux, est à l'extrémité du cône accessoire, tandis que l'autre, jaune verdâtre et d'un plus grand diamètre, se tient un peu en arrière du précédent, à l'extrémité du corps du cône principal. C'est évidemment à l'abondance de ces cônes à globule jaune verdâtre qu'est due la couleur présentée dans ces régions par la rétine examinée à l'œil nu.

Je n'ai point encore fait d'examen microscopique sur les rétines de poules blanches; je ne possède d'autres indications à leur égard que ce qui concerne la coloration de ces rétines examinées à l'œil nu après durcissement dans l'alun. Tout le segment supérieur au point d'entrée du nerf optique est coloré en brun jaunâtre avec une teinte rouge bien accusée, ce qui n'existait pas dans la même région de la rétine des poules qui ont fait le sujet des observations précitées. Les segments inférieur et latéraux des rétines de ces poules blanches sont de couleur

chamois, sans addition de rouge. Le segment supérieur présente-t-il cette coloration rouge par suite de l'existence de pigment dans le corps des cônes à globule rouge? Je ne puis rien dire à ce sujet. Il se peut qu'il en soit ainsi, et que chez les poules la couleur du plumage soit en relation avec le développement de ce pigment spécial. Peut-être aussi l'âge joue-t-il quelque rôle dans sa présence ou sa disparition : — ces questions ne pourront être résolues qu'au moyen d'observations nombreuses portant sur des individus d'âge et de couleur différents. Pour le moment je ne puis toutefois passer sous silence, au point de vue de l'influence que peut avoir l'âge, ce fait : que les poules sur lesquelles ont porté mes observations microscopiques étaient des individus âgés, et que, d'autre part, M. Dobrowolski a signalé une coloration rouge du corps des cônes chez de jeunes poules. On pourrait, dès lors, être porté à penser que ce pigment rouge disparaît avec l'âge fait, qui, assimilant cette matière rouge à la généralité des pigments, viendrait encore à l'appui de ma manière de voir. Je me propose, du reste, de diriger mes recherches d'après ces indications.

Quoi qu'il en soit, et pour résumer ce que je viens d'exposer, les bâtonnets de la rétine des oiseaux (Poule et Pigeon) sont incolores. Il y a cependant chez ces animaux une coloration rétinienne excessivement prononcée ; mais les agents de cette coloration sont divers, et siègent dans les cônes et non dans les bâtonnets. Ce sont d'une part les globules colorés rouges et jaunes, et d'autre part le pigment granuleux rouge du corps des cônes localisé lorsqu'il existe dans une région déterminée. Ce pigment rouge est très différent de celui qui colore les bâtonnets de la rétine chez les mammifères et les grenouiles. Sa forme granuleuse et la manière dont il se comporte en présence de la lumière le distinguent aisément du rouge rétinien homogène, amorphe et particulièrement sensible à l'action de la lumière. Je rappellerai encore cette différence importante entre le rouge rétinien des mammifères et des grenouilles, qu'il siège dans toutes les parties de la rétine, tandis que le pigment rouge des oiseaux est localisé dans certains cônes à boule rouge, et ne

se retrouve pas dans des cônes semblables en d'autres régions de la rétine.

La comparaison ne me paraît donc pas possible entre ces deux pigments. Elle me paraît, au contraire, intéressante à établir entre les teintes diverses de la rétine des oiseaux et les colorations par lesquelles passe le rouge rétinien des mammifères et des grenouilles sous l'action de la lumière. Lorsque des rétines de grenouilles séparées de l'épithélium pigmentaire (Ewald et Kuhne, *loc. cit.*), et préalablement décolorées à la lumière directe, sont placées dans l'obscurité, elles montrent bientôt une réapparition de la matière colorante. D'abord jaunes, elles prennent la couleur chamois, puis une teinte rose manifeste. Or, ce sont précisément là les trois couleurs que présente la rétine des oiseaux, envisagée dans ses différentes régions, par la réunion de ses divers agents de coloration (globules et pigment).

Cette comparaison établie, peut-on admettre l'hypothèse émise par Boll : que les diverses qualités de la sensation lumineuse, c'est-à-dire la notion des couleurs, sont perçues par les altérations du rouge rétinien? S'il en est ainsi, les oiseaux doivent être considérés comme n'ayant pas cette notion des couleurs, car leur rouge rétinien ne subit pas de modifications sous l'influence de la lumière. Au lieu de chercher le rôle physiologique du rouge rétinien dans ses altérations, ne serait-il pas plus simple de le rechercher dans la couleur rouge elle-même? Les rayons de lumière blanche qui traversent d'avant en arrière la couche des cônes et des bâtonnets, peuvent en réalité être considérés comme traversant une lame colorée en rouge, et qui reste ainsi colorée par suite de sa régénération continuelle, chez les uns, ou par suite de son insensibilité à l'action de la lumière, chez les oiseaux par exemple. Les rayons bleus et violets seraient arrêtés par cette lame rouge, tandis que les rayons jaunes et rouges arriveraient jusqu'à la choroïde. Ces derniers rayons agiraient peut-être seuls dans l'acte de la vision. Il est bien probable que les rayons bleus et violets ont sur la composition intime des éléments de la rétine une certaine influeuce. Protéger jusqu'à un certain point la rétine contre ces rayons chimiques me paraît un rôle assez important, et cette hypothèse a l'avan-

tage de pouvoir s'appliquer aussi bien aux oiseaux, avec leurs globules colorés constants et leur pigment inconstant, qu'aux Mammifères et aux Batraciens avec leur rouge rétinien, continuellement régénéré pendant la vie.

Déjà M. Pouchet (Voyez ci-dessus ce *Journal*, 1877, p. 315), résumant les travaux de Boll et de Kühne, concluait, sans aller plus loin, que : « la grande généralité de la coloration rose des éléments de l'œil chez les animaux appartenant aux divers embranchements, semble indiquer qu'elle joue un rôle important dans la perception des impressions lumineuses. » D'après ce que nous venons de dire, cette formule du rôle physiologique du rouge rétinien devrait encore être modifiée; celui-ci, d'après nous, n'agirait pas sur la perception, mais sur le mode d'impression.

Les expériences que nous avons relatées dans le cours de ce mémoire ont été faites au laboratoire de zoologie de l'École normale supérieure.

PLANCHE IX.

Fig. 1. — Coupe sur la zone rouge de la rétine chez un pigeon blanc. Le corps des cônes à globule rouge est rempli d'un pigment rouge granuleux.

Fig. 2. — Quatre cônes isolés par dilacération dans la même zone ; à gauche de la figure, le premier corps présente une grosse granulation, située vers son milieu (pigeon blanc).

Fig. 3. — Trois cônes, dont l'un à globule jaune et à corps incolore, les deux autres à globule rouge, présentent une pigmentation rouge du corps (pigeon noir).

Fig. 4. — Deux cônes, l'un à globule jaune, l'autre à globule rouge, pris dans le segment inférieur de la rétine d'un pigeon blanc. Le corps du cône à boule rouge est incolore.

Fig. 5. — Coupe sur le segment inférieur de la même rétine. Bâtonnets et cônes réunis.

Fig. 6. — Coupe sur le segment inférieur de la rétine d'une poule; bâtonnets mêlés aux cônes. Les cônes à globule rouge ne sont pas pigmentés.

Fig. 7. — Trois éléments distincts pris dans la même région.

Fig. 8. — Un cône en division. Le cône accessoire, muni d'un petit globule jaune d'or. Le cône principal porte un globule jaune verdâtre (poule).

Fig. 9. — Cône à globule jaune verdâtre (poule).

Fig. 10. — Cône à globule jaune d'or (poule).

SUR L'UTRICULE PROSTATIQUE

ET LE

CANAL DE MÜLLER CHEZ L'HOMME

Par M. le docteur Ch. REMY

Chef du laboratoire des cliniques de l'hopital de la Charité,

A propos d'une observation de M. Barth, interne des hôpitaux.

(PLANCHES X ET XI.)

OBSERVATION. — Vice de conformation de l'utricule prostatique : — persistance anormale du conduit de Müller en forme de poche diverticulaire rétro-vésicale ; — soulèvement de la muqueuse vésicale formant valvule et empêchant la miction ; — dilatation consécutive des uretères et hydronéphrose double. — (Présentée le 14 novembre 1878 à la Société anatomique de Paris par M. Barth, interne des hôpitaux.)

Burlet (Victor), âgé de six ans, entre le 28 août 1878 à l'hôpital des Enfants, salle Saint-Jean, n° 41, dans le service de M. Labric.

Cet enfant, élevé en nourrice à la campagne, paraît avoir été mal soigné, mal nourri; on ne peut recueillir sur son compte que des renseignements fort vagues. Depuis une grave maladie qu'il a faite il y a plus d'un an, et qu'on a qualifiée de fièvre cérébrale (?), il a éprouvé une difficulté croissante à uriner : la miction, malgré les plus grands efforts, ne se faisait que goutte à goutte, et très incomplètement. Il y a eu des douleurs vives dans le ventre, dues sans doute à la distension de la vessie; depuis quelques mois, perte d'appétit, amaigrissement.

Amené à Paris il y a deux jours, il a été présenté à M. de Saint-Germain, qui l'a d'abord supposé atteint de la pierre, l'a examiné, a constaté l'absence de tout calcul vésical, et, en conséquence, l'a fait passer en médecine.

État à l'entrée (28 août). — Le facies est amaigri, le teint jaunâtre, la peau sèche et flasque; l'habitus général chétif; point de toux, ni de dyspnée; sonorité thoracique et respiration satisfaisantes; cœur normal, battements et bruits réguliers.

L'appétit est très inégal et diminué, la soif vive; langue jaunâtre, sensibilité normale au creux épigastrique, pas de vomissements ni de diarrhée.

Le ventre est gros et ballonné, phénomène qui paraît dû exclusivement à la distension de la vessie : celle-ci forme un globe arrondi et rénitent, de forme régulière, qui remonte jusqu'à l'ombilic. La pression à sa surface

détermine une envie extrême d'uriner, mais la miction volontaire est impossible : de temps en temps, quelques gouttes s'échappent par regorgement; une petite quantité d'urine est également rendue dans l'action d'aller à la selle, mais la vessie reste pleine.

Le cathétérisme est effectué à l'aide d'une sonde métallique, sans obstacle, et même sans notable difficulté; il amène l'évacuation d'environ un demi-litre d'urine pâle, louche, légèrement lactescente, qui laisse déposer par le refroidissement une petite quantité de globules de pus. L'exploration simultanée par la sonde et par le toucher rectal ne révèle aucune tuméfaction prostatique : l'extrémité de la sonde est sentie nettement à travers le bas-fond de la vessie, sans interposition d'aucun corps anormal.

La vessie une fois vidée, l'enfant accuse un soulagement notable, et ne se plaint plus que de quelques douleurs de reins. En dehors de la rétention d'urine, on ne constate aucun trouble fonctionnel bien défini : les fonctions cérébrale et cérébro-spinale s'exercent régulièrement; il n'y a aucun désordre de la locomotion.

Pendant le mois suivant, l'état général se modifie peu; la rétention d'urine persiste avec les mêmes caractères et nécessite le cathétérisme, qui est répété deux fois par jour; l'urine s'écoule d'abord avec force, mais bientôt la vessie reste inerte, et ne peut être entièrement vidée qu'à l'aide de pressions réitérées sur l'hypogastre. Les urines sont en quantité normale : un litre environ par jour; elles sont louches, comme lactescentes, et renferment une notable quantité de pus; néanmoins, leur odeur est faible et nullement ammoniacale. Les forces se maintiennent, et l'enfant se lève tous les jours; il n'y a pas de fièvre, aucun trouble du côté des organes thoraciques; l'appétit, très irrégulier, semble diminuer progressivement.

24 septembre. — Après une courte promenade dans le jardin de l'hôpital, l'enfant a été pris d'un frisson intense, suivi de fièvre. Le soir, t. 40° 3, céphalalgie et douleurs de reins. Le cathétérisme est plus douloureux que d'habitude : il y a de la sensibilité dans le ventre et à la région lombaire.

Les jours suivants, la fièvre continue avec fortes rémissions matinales; pas de nouveaux frissons. Rien au thorax. Appétit nul, diarrhée, affaiblissement progressif. (Sulf. quin. 0,50.) La rétention d'urine persiste.

6 octobre. — Même état; le sulfate de quinine n'a produit aucun effet, et il est d'ailleurs mal supporté : coliques vives, diarrhée muqueuse abondante. L'appétit est nul, et l'enfant ne prend que du potage. (Ip. ext. mou. 55, 2 gr.)

10 octobre. — La fièvre a pris une allure très irrégulière : la température du matin oscille entre 38 et 39°; celle du soir tantôt ne dépasse pas ce chiffre, et tantôt atteint 40°. Le cathétérisme devient très douloureux; le malade accuse une sensibilité extrême au niveau de la région prostatique; le passage de la sonde détermine une érection intense et une contraction spasmodique de la vessie, qui chasse l'urine en un jet énergique; mais cette contraction cesse bientôt, et le réservoir urinaire, redevenu flasque, ne peut être entièrement vidé.

18 octobre. — Les caractères des urines n'ont pas changé. La maigreur est extrême : les forces continuent à diminuer.

20 octobre. — Aujourd'hui s'est produite une légère poussée de cystite

aiguë, avec envies incessantes d'uriner : urines sanguinolentes. Sensibilité excessive à la pression au niveau de l'hypogastre et des régions lombaires, surtout à gauche. Le toucher rectal ne révèle rien de nouveau.

24 octobre. — Agitation, fièvre; dyspnée excessive. Cependant la sonorité thoracique est bonne, la respiration partout normale. Le soir, les battements du cœur sont tumultueux; il y a un souffle systolique léger à la base, accompagné d'un bruit sec qui paraît être un frottement péricardique; l'abattement est complet, il y a de la somnolence, sans coma véritable. (T 39° 6.)

Autopsie trente heures après la mort. — Le *cerveau* est volumineux, bien conformé; sa substance est ferme, nullement ramollie; les ventricules ont leurs dimensions normales. Les *méninges* sort fortement injectées, sans aucune trace d'exsudats inflammatoires ou autres.

Le *cœur* est volumineux; les cavités droites, dilatées, sont remplies de caillots blanchâtres qui se prolongent dans l'artère pulmonaire; les cavités droites, dilatées, sont remplies de caillots blanchâtres qui se prolongent dans l'artère pulmonaire; les cavités gauches sont vides de sang; les orifices et les valvules ne présentent aucune altération. Le *péricarde*, sain, renferme une petite quantité de sérosité citrine.

Les *poumons* sont fortement congestionnés, surtout aux bases; le parenchyme pulmonaire est sain du reste, et n'offre nulle part ni induration ni caséification. Les *plèvres* sont dépourvues d'adhérence.

Le *tube digestif* ne présente aucune lésion; les ganglions mésentériques ne sont pas engorgés; le *foie*, d'un volume moyen, ne présente rien d'anormal.

Tout l'intérêt de l'autopsie se concentre sur les altérations de *l'appareil génito-urinaire*, qui se présentent de la manière suivante :

Le paquet intestinal étant détaché, on est frappé tout d'abord du volume considérable que présentent les différentes parties de l'appareil urinaire : les reins, égaux en dimension à des reins d'adulte, débordent de chaque côté la colonne lombaire; les uretères dilatés atteignent le volume de l'intestin grêle : ils sont flexueux, contournés sur eux-mêmes, et constituent de véritables circonvolutions avant d'atteindre la vessie, qui est globuleuse et remonte presque jusqu'à l'ombilic.

Ce n'est pas tout : le plus simple examen fait reconnaître au-devant de l'uretère droit, auquel il semble accolé, un autre conduit cylindrique, à peu près de même volume et de même apparence, qui semble s'étendre depuis la vessie jusqu'à l'extrémité supérieure du rein. Cet organe supplémentaire, dont il est mpossible à première vue de déterminer la nature et les rapports exacts, sera décrit tout à l'heure.

Le *rein gauche* est le plus volumineux des deux; la capsule fibreuse est épaisse; le bassinet, les calices, considérablement dilatés, ont comprimé les pyramides, qui sont élargies et affaissées; — à l'œil nu, le parenchyme rénal parait sain dans presque toute son étendue, sauf en quelques points où il offre une teinte grisâtre rappelant celle du pus. — L'examen microscopique a démontré en ces points un état catarrhal des parois des tubuli, avec de petits abcès intra-canaliculaires ; — il y avait de plus une prolifération considérable

du tissu conjonctif du rein. — Le bassinet, dilaté, offre une surface lisse et blanche sans aucune trace de pyélite : il s'ouvre par un étranglement fort étroit dans l'uretère correspondant, qui présente des sinuosités nombreuses, de véritables circonvolutions avec dilatations et rétrécissements successifs, tellement qu'il est fort difficile à la sonde cannelée d'en suivre le trajet; — plus bas il devient à peu près rectiligne, atteint un diamètre de 2^{cm} environ, et va s'ovrir au bas-fond de la vessie par un orifice oblique très étroit, qui, malgré la dilatation des autres parties, a conservé à peu près sa forme, et son diamètre ordinaire.

Le *rein droit* est moins volumineux que le rein gauche, dont il reproduit à peu près toutes les lésions ; mais son tisssu est plus atrophié, les papilles sont pâles, affaissées ; les pyramides offrent une consistance scléreuse, l'uretère du côté droit est plus dilaté que l'autre ; la distension est plus régulière, et s'étend jusqu'à l'orifice vésical, qui admet facilement le petit doigt.

En avant de l'uretère droit, comme nous l'avons déjà dit, est un autre canal, plus rectiligne, assez régulièrement cylindrique, et si semblable à l'uretère qu'il serait facilement confondu avec lui. — Ce conduit ne communique pas avec le rein ; il prend naissance par une extrémité effilée au niveau de la capsule surrénale, et paraît en rapport à ce niveau avec un petit groupe de kystes transparents, gros comme des lentilles, dans lesquels il est aisé de reconnaître un reste du corps de Wolff; — de cette origine il se porte, en s'élargissant rapidement en dedans et en bas, s'accole au bassinet, puis à l'uretère qu'il recouvre, accompagne celui-ci jusqu'à son extrémité inférieure, et plonge en dedans de lui sous le bas-fond de la vessie, où on le perd de vue. — Incisé dans sa longueur, ce conduit laisse écouler un liquide blanchâtre, assez semblable à l'urine purulente qui remplit les uretères et la vessie, mais plus lactescent et paraissant plus concentré. La surface interne est constituée par une muqueuse parfaitement lisse et blanche, sans plis ni aspérités d'aucune sorte. — L'extrémité supérieure se termine en cul-de-sac au niveau des kystes décrits plus haut; — l'extrémité inférieure du canal s'engage sous la vessie, passe entre la tunique musculeuse et la tunique muqueuse, qu'elle soulève, et va s'ouvrir dans l'utricule prostatique, par un orifice qui admet sans difficulté un stylet de gros calibre.

Du côté opposé, on ne découvre rien de semblable au canal anormal qui vient d'être décrit, et pas le plus petit vestige de l'organe embryonnaire qu'il représente.

La *vessie* présente des parois épaisses, considérablement hypertrophiées ; la muqueuse, inégale, ecchymosée par places, offre les lésions du catarrhe chronique ; — la musculeuse, très développée, dessine des colonnes charnues dirigées transversalement. — Au microscope, les faisceaux charnus se montrent augmentés de volume, mais enveloppés par des travées épaisses de tissu conjonctif qui les étouffent en beaucoup de points. — Le trigone vésical est déformé par la dilatation considérable de l'uretère droit ; — de plus, à sa partie antérieure et un peu à droite de la médiane, on remarque un soulèvement de la muqueuse, dû au passage à ce niveau du conduit anormal qui aboutit à l'utricule prostatique : la muqueuse ainsi soulevée forme une sorte de *valvule*, très capable de s'appliquer sur l'orifice du col vésical et d'en oblitérer plus ou moins complètement la lumière.

Les canaux déférents, les vésicules séminales, les canaux éjaculateurs offrent leur forme et leur disposition ordinaires ; la prostate n'est pas augmentée de volume ; enfin le canal de l'urèthre, parfaitement sain dans toute sa longueur, n'offre ni déviations ni rétrécissements.

Si l'on se reporte au développement embryogénique, il est facile de s'expliquer toutes les particularités de ce fait anatomique vraiment exceptionnel, et de retracer l'évolution complète du processus pathologique dont on vient de voir les résultats. — En effet, l'organe supplémentaire, le long diverticule utriculaire que nous voyons s'étendre depuis le corps de Wolff jusqu'à la prostate, ne saurait être autre chose que le conduit de Müller, cet organe transitoire qui constitue le second bourgeon du sinus uro-génital, et qui, dans la première partie de la vie intra-utérine, s'élève verticalement à côté du corps de Wolff. — D'après l'opinion la plus universellement admise, l'organe de Müller, qui forme chez la femme la trompe de Fallope et l'utérus, s'atrophie presque complètement chez l'homme, et ne donne naissance qu'à des organes accessoires : l'utricule prostatique et l'hydatide pédiculée de Morgagni. — Notre observation, en montrant le conduit de Müller anormalement persistant, sous forme d'un long canal côtoyant l'uretère, se terminant supérieurement en cul-de-sac au niveau des débris du corps de Wolff, s'ouvrant inférieurement dans l'utricule prostatique, est une nouvelle preuve à l'appui de cette théorie.

Mais là n'est pas l'unique intérêt qu'elle présente, et cette anomalie de développement a été l'origine d'une série de désordres bien remarquables au point de vue clinique : soulevée par le conduit qui passe au-dessous d'elle, la muqueuse du bas-fond de la vessie s'est trouvée transformée en une sorte de valvule, éminemment capable d'obstruer l'orifice du col vésical, et d'apporter à la miction un obstacle presque insurmontable. — Soit que le conduit anormal ait été distendu par une sécrétion de ses parois, soit que, par suite d'une rétention accidentelle d'urine (peut-être pendant la grave maladie signalée au début de l'observation), le liquide urinaire ait reflué par l'utricule prostatique, toujours est-il que le diverticule placé sous la vessie s'est à un moment trouvé rempli, que la muqueuse vésicale soulevée est venue s'appliquer sur le col vésical et faire l'office d'abturateur, et que la rétention d'urine s'en est suivie, avec toutes ses conséquences, dont la dernière a été l'hydronéphrose double, qui a fini par amener la mort du malade.

Remarques anatomiques sur les faits précédents.

La pièce qu'a présentée M. Barth à la Société anatomique est tout à fait exceptionnelle : on trouvera plus loin quelques lignes sur deux cas semblables que j'ai pu réunir ; mais ce n'est pas seulement à cause de sa rareté qu'elle doit attirer l'attention, c'est parce qu'elle peut servir à résoudre quelques-uns des problèmes embryologiques dont la science s'occupe activement aujourd'hui.

C'est pourquoi je me propose, dans les lignes qui suivent, de mettre en relief les points anatomiques intéressants que renferme cette observation, de la compléter en y ajoutant les faits qu'une dissection ultérieure de la pièce m'a révélés (1), et de chercher à en tirer des conséquences au point de vue du développement des organes genito-urinaires.

Nous trouvons dans cette observation un exemple de persistance pendant la vie extra-utérine d'organes qui ne sont que tout à fait transitoires pendant la vie intra-utérine. Cette anomalie n'existait que du côté droit seulement ; à gauche, le développement avait suivi la marche régulière : aussi était-il naturel d'espérer que la comparaison entre le côté développé et le côté en arret d'évolution, nous fournirait quelques données. Beaucoup d'opinions ayant été émises sur la destinée des parties embryonnaires de l'appareil genito-urinaire qui s'atrophient chez l'adulte, nous avons cherché en quoi le fait actuellement sous nos yeux pouvait confirmer ou détruire les opinions les plus accréditées.

A la partie supérieure et interne du rein droit, se trouve un amas de 12 à 15 kystes, pressés les uns contre les autres. Les plus gros ont le volume d'un pois, les plus petits celui d'un grain de millet. Ils sont sphériques, quelques-uns sont aplatis et vides. Ces kystes ont une paroi excessivement mince qui laisse voir leur contenu, qui est un liquide incolore et transparent comme de l'eau de roche. Nous n'avons aucun renseignement sur les propriétés chimiques de ce liquide. Il était d'une consistance très fluide, et il s'est échappé assez rapidement des kystes.

Ces kystes sont situés sur la face externe de la capsule fibreuse du rein, ils y adhèrent fortement. Ils sont complètement indépendants du rein d'une part (car on peut décortiquer à leur niveau la capsule sans trouver d'adhérences au rein) ; et d'autre part, la capsule surrénale qui leur est superposée n'offre non plus aucune relation.

Ce groupe kystique reçoit une branche artérielle spéciale venue

(1) La pièce anatomique offerte par M. Barth est conservée au laboratoire de la Charité.

de l'artère rénale, et une veine spéciale en sort pour aller se rendre dans la veine cave inférieure.

Il n'était pas possible un seul instant de considérer ces kystes comme étant une portion altérée du rein, à cause de la séparation compléte qu'établit la capsule fibreuse entre eux et le parenchyme rénal. Nous avons affaire à un organe particulier indépendant, ayant même sa circulation particulière; nous verrons plus loin quel est cet organe. Mais c'est surtout par l'étude de ses connexions que nous pourrons arriver à une appréciation exacte. D'une part en rapport avec le rein et la capsule surrénale, cet organe d'autre part est relié à un long canal qui commence à sa partie interne et inférieure, et qui s'étend de là jusqu'à l'utricule prostatique.

Ce canal prend naissance par une extrémité fermée en doigt de gant, solidement fixée à l'organe kystique anormal : il offre en ce point le volume d'une plume d'oie. Le volume s'accroît ensuite progressivement de haut en bas, pour acquérir les dimensions d'un petit intestin au niveau de la vessie urinaire. Ce canal s'accole d'abord au bord interne du rein, puis au bassinet,puis il accompagne l'uretère et lui devient postérieur à son arrivée à la vessie. Il traverse une sorte de sphincter formé par les fibres musculaires de la vessie, puis il abandonne l'uretère, qui s'ouvre dans la vessie au lieu normal, et il se glisse entre les fibres musculaires presque sous la muqueuse; et enfin il atteint l'utricule prostatique, dont l'orifice se présente sur la ligne médiane du veru-montanum et atteint à peine 2 millimètres de diamétre. Entre cette portion rétrécie et le sphincter dont j'ai parlé plus haut, notre canal a subi une dilatation énorme, sur le rôle de laquelle M. Barth a déjà insisté. (Voy. l'observation.) Les parois de ce canal sont minces, un quart de millimètre; elles semblent formées de trois parois, une fibreuse, une musculeuse et enfin une muqueuse : la muqueuse, lisse, présente des valvules échelonnées sur la longueur du canal, et au niveau de la poche placée dans les parois vesicales, elle a un aspect réticulé et présente des diverticules. Le canal déférent droit ainsi que la vésicule séminale et le testicule existaient. Le canal éjacu-

lateur droit venait s'ouvrir dans l'uréthre en avant et à droite du veru-montanum et de l'utricule prostatique.

Ce long canal, placé entre le canal déférent et l'uretère, n'est autre chose que le conduit de Müller qui s'observe pendant la période embryonnaire ; l'amas de kystes auquel il aboutit doit être considéré comme un rudiment du corps de Wolff. Le corps de Wolff et le conduit de Müller ont conservé les rapports qu'ils offraient pendant la période de développement de l'uretère et du rein. Le conduit du corps de Wolff a formé le canal déférent et ses dépendances, l'épididyme et les vesicules séminales : le canal de Müller a persisté, il forme une véritable trompe utérine, et la cavité à laquelle il aboutit, l'utricule prostatique, est bien un utérus chez un mâle. Ainsi se trouve réalisée chez l'homme une condition anatomique qui s'observe sur les femelles de quelques animaux (Vache, *Anat. comp.*, Chauveau), la persistance de trois canaux de la période embryonnaire. Il existe chez ces dernières, en outre des trompes et des uretères, un canal qui s'étend de l'ovaire à la partie inférieure du vagin.

Il me semble que cette pièce donne une démonstration évidente de la proposition émise pour la première fois par Weber : que l'utricule prostatique est un utérus mâle, vestige d'une période de la vie de l'embryon. Cette opinion, qui s'appuyait sur l'étude du développement des embryons, fut adoptée sans résistance en Allemagne et en France. M. Ch. Robin l'accepta et chercha à la propager, non sans rencontrer de nombreux contradicteurs. Aujourd'hui la chose est admise par tous les anatomistes (Sappey, *Embryologie*, 1878, Ch. Robin et Littré, *Dict.*; Ch. Robin et Cadiat, *Constitution des muqueuses de l'utérus mâle*, etc., Journal *de* l'*Anatomie*, 1875. Pouchet, *Annales de Gynécologie*).

Lorsque le canal de Müller s'atrophie, que devient-il ? Cette question a été posée par beaucoup d'auteurs. Nous venons de voir que tous sont d'accord pour reconnaître le vestige de l'extrémité inférieure de ce conduit dans l'utérus mâle ; mais il règne beaucoup d'incertitude sur la destinée des autres parties du conduit. Valdeyer, (*Archiv. f. microscop.*, *Anat.*, vol. XIII, p. 278)

et L. Löwe (*Ibid.*, vol. XVI, p. 16) ont pensé que l'hydatide de Morgagni était un débris du canal de Müller.

J'ai donc cherché si l'hydatide n'éxistait pas sur le testicule droit, et j'en ai trouvé une très volumineuse de la grosseur d'un grain de millet. En comparant le côté anormal avec le côté sain, je fus frappé de l'absence d'hydatide sur le testicule gauche : voici donc un fait en contradiction avec l'hypothèse de Waldeyer.

Que devient le corps de Wolff après son atrophie? Giraldés, dans un mémoire couronné par l'Académie des sciences, avait cru démontrer qu'il formait un petit corps spécial placé sur l'épididyme ou le cordon, sous le feuillet de la séreuse (*Recherches anatomiques sur le corps innominé*, Journal de la phys. de l'homme et des animaux, 1861). Henle a désigné le même corps sous le nom de parépididyme, Waldeyer sous celui de paradidyme.

J'ai empoyé les procédés indiqués par Giraldès pour rechercher ce vestige du corps de Wolff. Mais je fus très étonné de le retrouver sur les deux testicules, malgré la persistance d'un rudiment du corps de Wolff sur le rein droit.

Ma seule observation ne peut renverser ce qu'ont édifié les travaux de Waldeyer et de Giraldès; mais néanmoins je ne crois pas inutile d'avoir fait la recherche et d'avoir mentionné le résultat.

Si d'un côté l'observation de cette monstruosité est défavorable à Waldeyer, elle tourne en sa faveur par un autre point de vue. Ainsi, il est certain que le testicule est tout à fait bien formé malgré la persistance du corps de Wolff, ce qui n'aurait pas dû avoir lieu si les tubes testiculaires naissaient des tubes de Wolff. Si l'on admet avec Waldeyer la formation des tubes testiculaires aux dépens de l'épithélium germinatif, l'explication du fait actuel ne rencontre aucune difficulté.

J. A. Boogard a rapporté l'observation d'un homme de soixante-six ans qui offrait une persistance des deux canaux de Müller. Cette observation a beaucoup d'analogie avec notre cas, mais les canaux n'étaient pas réunis inférieurement de façon à former un utérus ; ils aboutissaient à la portion prostatique de l'urèthre. M. Pouchet, qui en a donné dans ce journal l'analyse (voyez année 1877, p. 200), remarquant que le développement

des deux canaux de Müller était inégal, y a trouvé un point de comparaison avec l'atrophie également unilatérale des organes génitaux femelles des oiseaux. Il est à noter que, dans notre cas, la comparaison n'est plus possible, puisque c'est le côté droit qui est resté développé, tandis qu'il avorte chez les oiseaux.

M. le Dr E. Martin a observé aussi un cas de persistance des canaux de Müller, mais seulement chez le fœtus, et cette persistance s'accompagnait d'un arrêt de developpement de presque tous les organes génito-urinaires. (Voyez ce *Journal*, 1878, p. 21.)

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE X.

La planche X représente en grandeur naturelle les particularités de l'appareil génito-urinaire qui ont fait le sujet de ce travail. Afin de pouvoir reproduire la pièce en entier, nous avons été forcé de repliier l'uretère et les conduits de Muller; le rein est figuré renversé.

Fig. 1. — Face latérale droite de la vessie.
- E. Orifice du conduit éjaculateur droit.
- P. Orifice de l'utérus mâle sur le veru-montanum. (Des épingles ont été figurées engagées dans ces orifices, afin de montrer le canal dont chacun dépend.)
- S. Vésicule seminale.
- D. Canal déférent.
- M. Canal de Muller qui s'engage avec l'urétère par une boutonnière musculaire de la vessie, de nouveau figuré en J. Il est alors situé entre la muqueuse vésicale et la couche musculeuse.
- V. Uretère.
- C. Vessie.
- B. Bassinet.
- R. Rein.
- K. Kystes représentant le débris du corps de Wolff droit.
- A. Artère de l'amas kystique.
- V. Veine.

Planche XI.

Fig. 2. — Face postérieure de la vessie.
- I. Prostate.
- S. D. C. M. U. Même signification qus plus haut.

Fig. 3. — Face antérieure de la vessie.
- P. Orifice de l'utérus mâle sur le veru-montanum. En avant sont les deux orifices des canaux éjaculateurs.
- N. Orifices dilatés des uretères.

Fig. 4. — Testicule droit.
- T. Testicule.
- X. Épididyme.
- H. Hydatide de Morgagni.
- C. Corps de Giraldés.

Fig. 5. — Mêmes lettres que précédemment.

TECHNIQUE

DE L'EMPLOI DU COLLODION HUMIDE POUR LA PRATIQUE DES COUPES MICROSCOPIQUES (1).

Par Mathias DUVAL.

L'emploi de la solution de gomme, solidifiée par l'action de l'alcool, est d'un usage bien connu pour fixer les parties sur lesquelles doivent être pratiquées des coupes, lorsque ces parties forment une masse relativement résistante et homogène, comme un fragment de moelle épinière, une portion des parois stomacale, etc, ; mais lorsqu'il s'agit de jeunes embryons, ou de portions d'embryon, et plus particulièrement encore de blastodermes; lorsqu'il s'agit surtout de pratiquer des coupes sur des organes embryonnaires creusés de cavités à parois minces et fragiles, la gomme doit être remplacée par une substance solide, sans être friable, et capable de former un milieu homogène dans lequel on plonge les petites pièces préparées pour les coupes, en même temps qu'on s'efforce de faire pénétrer cette substance dans les cavités de la pièce anatomique, de manière à en maintenir la forme en en soutenant les parois. C'est dans ce but qu'on a employé successivement, sous le nom de *masses à inclusions*, des mélanges de cire et d'huile, de savon et d'huile, de savon, de gélatine, etc., etc. (2) ; nous avons essayé tous ces mélanges, mais, aucun ne nous ayant donné les résultats qui nous paraissaient désirables, nous avons pensé à essayer le *collodion*.

Ce qui nous paraît le plus désagréable dans l'emploi de la plupart des mélanges susindiqués, c'est d'abord le défaut de transparence, ne permettant pas à l'opérateur de se rendre exactement compte du niveau et de la direction selon laquelle il dirige sa coupe, quelque soin qu'il ait pris d'indiquer par des points de repère la situation et l'orientation de l'embryon ou du petit organe inclus dans la masse solidifiable; c'est ensuite la nécessité de débarrasser de ce mélange la coupe obtenue, avant de pouvoir la monter entre lame et lamelle, ce qui nécessite des lavages compliqués dans la série desquels les coupes les meilleures et les plus complètes conservent rarement leur intégrité. C'est enfin le peu d'adhérence de ces mélanges à la substance même de la pièce anatomique ; de telle sorte que, si cette pièce est de très petite dimension, si elle ne présente pas des saillies par lesquelles elle s'engraîne pour ainsi dire avec la masse solidifiable, le passage du rasoir détermine dans cette pièce de petits déplacements qui sont incompatibles avec la régularité nécessaire à une série de coupes successives.

(1) Cette note est le développement d'une communication faite à la *Société de Biologie*, le 1er février 1879.

(2) Pour les indications détaillées sur ces mélanges, principalement au point de vue des études d'embryologie, voyez *Forster et Balfour, Embryologie*. Traduction française, 1877, p. 296.

La ténacité, la transparence du collodion, devaient attirer sur cette substance l'attention des microtomistes; mais en même temps sa rétractilité et sa dureté à l'*état sec* n'en indiquaient guère l'usage que pour les coupes à pratiquer sur des parties résistantes et relativement dures; c'est ainsi qu'il a été employé par le Dr Latteux pour l'étude des cheveux, sur lesquels il a permis de pratiquer des séries régulières de coupes, propres à démontrer la torsion qu'affectent chez certaines races ces productions épidermiques (1).

Pour des parties aussi délicates que le blastoderme ou l'embryon de poulet dans les premiers jours de l'incubation, il ne saurait être question d'employer le *collodion sec*, c'est-à-dire auquel on laisse exercer toute sa force de rétractilité. C'est pourquoi nous avons cherché à utiliser cette substance à l'*état humide*. Une expérience très simple nous a montré, dès le début de nos recherches dans ce sens, combien cette condition était facilement réalisable: en laissant tomber dans une cupule pleine d'alcool à 36° une goutte de collodion, nous avons constaté que cette substance restait dans ce liquide sous la forme d'une petite sphère, ne changeant pas de volume, et présentant la consistance et l'élasticité d'un morceau de caoutchouc, en même temps qu'une transparence parfaite. L'éther diffuse dans l'alcool et s'évapore, et la partie solide du collodion (fulmi-coton) demeurant imbibée d'alcool forme, à la condition de ne point perdre cet alcool par dessiccation, la masse la plus propre à l'inclusion des pièces délicates destinées à passer par le microtome.

Déjà, dans un travail précédent (2), nous avions indiqué l'usage du collodion pour la pratique des coupes d'embryons, mais sans préciser les détails d'une technique sur les éléments de laquelle nous n'étions pas complètement fixé. Nous pouvons aujourd'hui, après une pratique de six mois, poser les principes de cette technique.

Les blastodermes avec embryons destinés aux coupes sont, après durcissement par l'acide osmique et l'alcool, ou après tout autre mode de durcissement, colorés au carmin, puis immergés de nouveau dans l'alcool; pour les placer dans le collodion comme masse à inclusion, on sort ces pièces de l'alcool et on les plonge quelques minutes dans de l'éther : on les place ensuite dans du collodion liquide (collodion normal, non riciné), où elles peuvent demeurer un temps plus ou moins considérable (de 10 minutes à 24 heures ou plus), selon qu'on désire voir la masse solidifiable pénétrer toute l'épaisseur de la pièce et en remplir les cavités. Retirée du collodion liquide, la pièce, si elle a une forme et un volume qui la rendent maniable sans adjonction de support, est jetée dans l'alcool; si elle est formée, comme un blastoderme au premier jour de l'incubation, par une mince et délicate membrane, on l'applique sur la surface plane d'un fragment de moelle de sureau, et le tout est jeté dans l'alcool; dans l'un comme dans l'autre cas, la pièce est dès lors englobée dans la masse élastique du collodion, qui se solidifie sans se retracter, et en fixe toutes les parties, de même qu'elle en fixe l'ensemble au fragment de sureau, dans le cas où ce support a été jugé nécessaire. La pièce ainsi préparée, incluse dans le collodion, peut alors être

(1) Voyez P. Latteux. *Manuel de technique microscopique*, p 236.
(2) Voyez *Précis de technique histologique*, p. 304.

coupée le jour même, ou conservée indéfiniment dans l'alcool, pour être, à un moment donné, soumise aux coupes par le rasoir.

Comme les coupes au microtome se font en mouillant rasoir et pièce avec de l'alcool, on voit que le collodion reste toujours à l'état humide, et nous n'avons pas à indiquer ici les détails de la pratique des coupes sur le microtome ; nous devons par contre insister sur la manière dont sont traitées ensuite les coupes obtenues, ou, pour mieux dire, montrer combien l'usage du collodion simplifie ou supprime toutes les manipulations ultérieures, si laborieuses avec les autres masses à inclusion.

D'abord la coupe n'a pas à être débarrassée de la lamelle de collodion avec laquelle elle a été enlevée par le rasoir, et dans laquelle elle est incluse : en recevant la coupe dans un godet plein d'eau, on peut aussitôt la faire glisser sur la lamelle porte-objet, et cette opération ne produit, quelque délicate que soit la préparation, aucune déchirure, les parties les plus fines, les portions même sans connexion les unes avec les autres, étant conservées exactement dans leurs rapports réciproques par la présence du collodion qui remplit tous les vides. — Sur la lame porte-objet, la coupe est recouverte d'une goutte de glycérine, puis d'une lamelle ; examinée alors au microscope, elle ne traduit par aucune apparence optique la présence de la mince lame de collodion dans laquelle elle est incluse ; ce n'est qu'en portant l'examen vers les bords de cette lame qu'on reconnaît sa présence, absolument comme on ne constaterait celle d'un fragment de lamelle couvre-objet qu'en ayant l'image de ses bords. — On peut donc dire qu'en emprisonnant la pièce, et en laissant ses coupes emprisonnées dans le collodion, on a employé comme milieu une substance dont les propriétés optiques sont comparables à celles du verre, mais dont les propriétés physiques sont celles du caoutchouc : *le collodion est, à ce point de vue, du verre élastique et très facile à couper régulièrement au rasoir.*

On pourrait craindre que la lamelle du collodion, conservée dans la glycérine avec la préparation elle-même, entre lame et lamelle de verre, ne perdît sa transparence au bout d'un certain temps ; il n'en est rien : du moins nous avons constaté que des préparations de ce genre, datant de six mois, n'avaient rien perdu de leur transparence et de leur netteté.

Mais ce n'est pas là le seul avantage du collodion humide, employé comme nous venons de l'indiquer ; cette masse à inclusion peut encore être utilisée pour des pièces qui n'auront pas subi la coloration avant d'être débitées en coupe, par exemple pour l'étude du cerveau de l'embryon. Nous avons principalement eu à nous louer de l'usage de cette substance dans des études sur le développement des hémisphères cérébraux chez les mammifères (lapin, mouton) : ces vésicules cérébrales sont constituées par une paroi très mince circonscrivant une cavité relativement grande ; aussi, avant d'avoir trouvé l'emploi du collodion, nous était-il presque impossible d'obtenir des coupes bien complètes, d'autant que ces parties sont très délicates à durcir, et deviennent facilement friables. Après imbibition par le collodion, les hémisphères les plus minces et les plus friables se débitent régulièrement en coupes : c'est que la solidité donnée par cette substance aux pièces qu'elle pénètre est si grande, qu'on pourrait par son emploi arriver à fixer en place et à débiter en coupes une masse quelconque formée de molécules très peu adhérentes

naturellement les unes aux autres, comme une tige de végétal calcinée, dont les cendres ont conservé la forme du fragment primitif. C'est assez dire comment nous avons pu obtenir par ce moyen, relativement à la disposition des minces lamelles cérébrales de l'embryon, relativement à la formation des plexus choroïdes, relativement à la détermination des parties intra et extra-ventriculaires, des résultats que nous avions vainement demandés à tous les autres procédés de recherche.

Ces coupes, une fois obtenues, peuvent être colorées par le carmin, tout en restant maintenues par la mince lamelle de collodion, qui les maintient et les enchâsse : en effet, par l'immersion dans l'eau, le collodion, comme dans l'alcool, ne subit aucune rétraction; et tandis que la coupe du tissu animal exerce son élection sur le carmin, le collodion ne se colore que peu ou pas, et se décolore du reste ultérieurement quand la pièce est montée dans la glycérine. Dans le cas où le picrocarminate est employé, la lamelle de collodion se colore un peu en jaune ; mais un léger lavage dans l'eau acidulée d'acide acétique, en fixant le carmin sur le tissu animal, rend au collodion son aspect primitif de lamelle transparente et incolore. La pièce peut donc être montée tout entière, comme précédemment, dans la glycérine.

Ces pièces peuvent aussi être montées dans des milieux qui leur donnent plus de transparence ; mais il ne faut employer dans ce cas ni le baume du Canada, ni le damar, qui rendent le collodion opaque et granuleux. Nous avons obtenu de très bons résultats seulement avec l'essence de girofle : la coupe, rapidement déshydratée à l'alcool absolu, est placée sur la lame porte-objet ; on y dépose une goutte d'essence de girofle, et on recouvre de la lamelle : l'essence dissout complètement la lamelle de collodion, dont il ne reste aucune trace. On lute la préparation avec la résine du Canada en dissolution dans le chloroforme.

Nous avons insisté ici sur les avantages que nous a présentés cette technique pour l'étude des embryons et de divers organes en voie de développement ; il est facile de prévoir les services qu'elle peut rendre dans les recherches sur certaines parties très délicates de l'adulte, comme par exempte sur le globe de l'œil, l'oreille, et en particulier sur les éléments si délicats du limaçon et de sa lame spirale : c'est cette considération qui nous a décidé à donner avec quelques détails les indications techniques qui précèdent. — Math. Duval.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

A MM. les Directeurs du *Journal de l'Anatomie* (1).

Messieurs,

Dans le dernier numéro de votre *Journal* (janvier-février 1879), a paru la traduction d'une brochure de M. Hermann (2), où ce dernier donne un exposé de ses hypothèses sur l'origine de phénomènes électriques qu'on observe dans les nerfs et dans les muscles.

Son exposition est telle, que l'on peut croire qu'il s'agit d'une question tout à fait résolue, et que les idées de M. Hermann sur ce sujet, ne sont pas des hypothèses qui doivent encore être vérifiées par des expériences, mais constituent plutôt un corps de doctrines parfaitement démontrées et mises à l'abri du doute.

Cependant une conclusion pareille est non-seulement prématurée, mais on peut même dire, en s'appuyant sur les faits bien démontrés, qu'elle est contraire à la réalité. C'est surtout parce que M. Hermann n'a pas cité tous les travaux tendant à démontrer l'impossibilité de ses hypothèses que je crois remplir un devoir en vous demandant, messieurs les Directeurs, l'insertion de cette lettre.

Je n'ai aucune intention d'ouvrir ici une polémique avec M. Hermann, je voudrais simplement attirer l'attention des savants français sur plusieurs publications très importantes, parmi lesquelles il en est qui ont eu pour but spécial d'apprécier les hypothèses de M. Hermann ainsi que les reproches qu'il a faits à l'hypothèse de M. E. du Bois-Reymond sur l'origine de la force électro-motrice des nerfs et des muscles.

Voici les titres de ces publications :

1° E. du Bois-Reymond. *Wiederlegung der von Hrn. Dr Ludimar Hermann kürzlich veröffentlichten Theorie der electromotorischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven* (*Monatsberichte der Academie der Wiss. zu Berlin*, 1867, p. 597. — *Gesammelte Abhandlungen zur allgem. Muskel — und Nerven physik*, 1877, p. 319). — Réfutation de la théorie de phénomènes électriques des muscles et des nerfs, récemment publiée par

(1) Nous avons déjà dit (voyez ci-dessus, p. 70, note 1) que nous n'entendions nullement prendre parti dans le débat soulevé à propos de l'électricité animale, et nous publions cette lettre, comme nous avons publié le travail qui la motive, dans le seul but de renseigner les lecteurs français sur un débat physiologique dont on s'est fort peu occupé en France. Il conviendrait toutefois de rappeler ici le nom de Becquerel. (Voy. *Des forces physico-chimiques*. Paris, 1875, p. 363 et suiv.) — La direction.

(2) L. Hermann. Les résultats des recherches récentes dans le domaine de l'électricité animale. (Voyez ci-dessus, p. 70.)

M. L. Hermann. Je crois même bon d'indiquer ici les titres des principaux chapitres de cette publication : — § 2. Hypothèse de M. Hermann sur les processus chimiques dans les muscles.— § 3. Hypothèse de M. Hermann sur l'origine du courant musculaire. — § 4. La théorie de M. Hermann sur les courants d'inclination (Neigungsströme) est réfutée. — § 5. La théorie de M. Hermann, de la négativité que présente l'extrémité naturelle (coupe transversale naturelle), est réfutée. — § 6. La théorie de M. Hermann sur la parélectronomie est réfutée. — § 7. La théorie de M. Hermann sur l'inversion du courant (Stromumkehr) dans les muscles bouillis est réfutée.—§ 8. La théorie de M. Hermann sur l'oscillation négative dans le tétanos se réfute par ce fait seul : qu'elle ne peut pas nous expliquer les phénomènes des muscles intacts et parélectronomiques. — § 9. L'erreur fondamentale de l'hypothèse de M. Hermann, quand il considère le courant musculaire comme un phénomène cadavérique, ressort de l'impossibilité d'expliquer les courants de la coupe transversale et la loi qui les régit. — § 10. La théorie de M. Hermann sur l'électrotonus est réfutée. Il est faux qu'elle s'appuie sur le principe de la conservation de la force. — § 11. Les objections théoriques de M. Hermann à l'hypothèse moléculaire sont réfutées.— § 12. Les expériences de M. Hermann instituées en vue de renverser l'hypothèse moléculaire, d'une part, ne sont pas justes, et, d'une autre, ne prouvent pas ce qu'elles devraient prouver. — *Addition* : Sur l'inactivité électromotrice du processus de la décomposition de l'eau oxygénée par la fibrine.

2° H. Munk, *Ueber die Präexistenz der elektrischen Gegensätze im Muskel und Nerven. Reichert et du Bois-Reymond. Arch für Anat. u. Physiol*, 1868, p. 529. — Sur la préexistence des oppositions électriques dans le muscle et dans les nerfs..

3° H. Muny. *Nachweis des Muskelstroms am unenthäuteten Frosche ohne Aetzung der Haut. Reichert et E. du Bois-Reymond. Archiv f. Anat. u. Physiol.*, 1869, p. 649. — Démonstration du courant musculaire chez une grenouille non écorchée et sans cautérisation de la peau.

4° E. du Bois-Reymond. *Ueber die electro-motorische Kraft der Nerven und Muskeln. Reichert et E. du Bois-Reymond. Arch. f. Anat. und Physiol.*, 1867, p. 417. — *Gesam. Abhandlungen*, etc., p. 232. — Sur la force électromotrice des nerfs et des muscles.

Nous donnerons encore ici le titre de quelques-uns des chapitres de cet important travail : — § 3. De la force électromotrice des muscles. — § 4. De la force électromotrice des nerfs au repos. — § 5. De la force électromotrice des nerfs en électrotonus. — § 6. De la force électromotrice des glandes. — § 7. De la force électromotrice des piles formées uniquement de plusieurs liquides. — § 8. De l'origine prétendue des courants électro-animaux, par inégalités chimiques extérieures. — § 9. Du courant produit par des inégalités chimiques extérieures du muscle, comparé au courant musculaire intérieur ou proprement dit. — § 10. De la manière dont apparaissent les courants électro-animaux, si l'on vient à les dériver par des métaux. — § 11. Application de nos mensurations des forces électromotrices à la théorie physique des molécules électromotrices. — § 12. Sur les courants dans les circuits composés uniquement de liquides.

5° F. Holmgren. *Ueber Netzhautströme. Centrblt. f. d. med. Wiss.* 1871, p. 423, 438. — Sur les courants de la rétine.

La couche postérieure de la rétine, c'est-à-dire celle des cônes et des bâtonnets, peut être considérée comme l'extrémité naturelle (coupe transversale naturelle) du nerf optique ; par conséquent, l'œil nous offre, contrairement à l'affirmation de M. Hermann (voyez ci-dessus, p. 75), l'occasion de soumettre les terminaisons des nerfs intactes à l'étude électrophysiologique. M. Holmgren établit que cette couche se comporte négative par rapport à la couche antérieure de la rétine, c'est-à-dire à la couche où se distribue le nerf optique.

6° H. Munk. *Die elektrischen und Bewegungs-Erscheinungen am Blatte der Dionaea muscipula. Reichert u. E. du Bois-Reymond. Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1876, p. 31-167. — Des phénomènes d'électricité et de mouvement dans la feuille de Dionæa muscipula.

7° E. du Bois-Reymond. *Ueber die negative Schwankung des Muskelstromes bei der Zusammenziehung. Reichert u. E. du Bois-Reymond. Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1873, 1875 et 1876. — Sur l'oscillation négative du courant musculaire pendant la contraction du muscle.

Le chapitre III (1876), traite du rôle de la couche parélectronomique dans l'oscillation négative, des deux sortes d'action consécutive (Nachwirkung) et de l'origine de la parélectronomie. — § 25. Renversement de la théorie de l'oscillation négative de M. Hermann, et étude de cette dernière, en excitant directement les muscles curarisés. — 4. La théorie de M. Hermann ne pourrait pas expliquer les phénomènes de l'oscillation négative, même si on voulait lui faire les concessions les plus favorables. — 6. Nouvelles expériences sur le décroissement prétendu de l'onde d'irritation dans le muscle. Il n'y a aucune raison d'admettre que cette onde, dans un muscle vivant et intact, diminue ; ce fait renverse entièrement la théorie de M. Hermann.

Quoique ce dernier travail de M. du Bois-Reymond soit cité par M. Hermann, il me paraît l'être d'une façon tellement écourtée, que j'ai tenu à le citer de nouveau à cause de son importance.

En complétant ainsi que je viens de faire la bibliographie de la question des phénomènes électriques et de leur origine dans les nerfs et dans les muscles, je ne prétends point dire qu'il suffise de lire les travaux que M. Hermann n'a pas cités, pour être édifié sur la valeur de toutes les hypothèses de M. Hermann. Je conseillerais avant tout, pour cela, de relire tout ce qui a été écrit sur cette importante question, et principalement les travaux de M. Hermann lui-même, afin de bien apprécier les méthodes de recherche au moyen desquelles l'auteur arrive à ses conclusions. Ces méthodes ne nous paraissent pas toujours bien précises; et nous croyons en trouver la preuve dans la brochure même qui motive cette lettre. Nous voulons parler du passage que l'on trouve à la page 85 (voyez ci-dessus) sous le titre : « Le courant d'action dans le muscle entièrement intact, chez l'homme vivant. » M. Hermann s'appuie sur une expérience et en tire des conclusions très-graves; et cependant, avec un peu de réflexion, on voit aussitôt que cette expérience ne peut être d'aucune valeur. Qui ne sait en effet aujourd'hui que les terminaisons des nerfs moteurs sont disséminées dans tout le muscle

et que, par conséquent, il est absolument impossible de parler d'un équateur nerveux, ou d'une direction quelconque de l'onde de contraction dans les muscles de l'avant-bras tout entier, excités par la voie des nerfs. Si on pouvait même constater en ce cas une direction constante de cette onde, on serait bien embarrassé de lui trouver une explication précise. J'ai eu même l'occasion (1) de constater expérimentellement cette absence d'une direction déterminée de l'onde de contraction dans le muscle quadriceps chez l'homme, en excitant le nerf crural.

Quant à l'électrotonus, je ne saurais donner tout entière la bibliographie de cette question, à cause de son étendue. Voici toutefois des faits qui ont été démontrés sur ce sujet dans les derniers temps. Depuis la publication de la brochure de M. Hermann, a paru dans les mémoires de l'Académie des sciences à Vienne un travail très précis et très intéressant de M. E. v. Fleischl (2) : *L'électrotonus intrapolaire*, qui détruit complètement les bases de l'explication de l'électrotonus proposée par M. Hermann. M. Hermann voudrait réduire les manifestations électrotoniques qu'on observe sur les nerfs, exclusivement à des phénomènes de polarisation. Il s'appuie surtout sur une expérience de Matteucci, qu'il a répétée, en lui donnant une forme plus parfaite. Au contraire, M. Fleischl a démontré qu'en répétant certaines expériences (3) sur des nerfs, d'un côté, et, de l'autre, sur des tubes de verre remplis d'une solution de sulfate de zinc et traversés par un fil de platine, c'est-à-dire sur des tubes de verre munis d'un noyau polarisable (4), l'on n'observe dans ce dernier cas *rien* de pareil à ce qu'on obtient avec les nerfs, ou bien les résultats sont tout à fait *opposés*. Il résulterait de là que la « théorie » de l'électrotonus proposée par M. Hermann doit pour le moment être considérée comme dénuée de tout fondement réel, ou du moins du fondement sur lequel elle avait été appuyée jusqu'à ce jour par son auteur.

Quant à la question de l'origine des phénomènes électriques observés dans les nerfs et les muscles, voici d'après nous comment on peut formuler l'état de la question : La plus grande partie des faits positifs acquis sur ce sujet pendant les dernières trente années, aussi bien que les méthodes les plus exactes pour les observer, sont dues à M. E. du Bois-Reymond. Ce mérite lui restera, soit que son hypothèse de la préexistence, qui a été si riche de conséquences jusqu'à présent, demeure, ou qu'elle cède la place à une autre hypothèse plus exacte. Il n'y a en somme, pour expliquer l'origine des phénomènes électriques des nerfs et des muscles, que deux hypothèses : celle de E. du Bois-Reymond et celle de M. Hermann. D'après M. E. du Bois-Reymond, les forces électro-motrices des nerfs et des muscles pré-

(1). S. Tschiriew. *Ursprung und Bedeutung des Knie-Phënomens und verwandter Erscheinungen. Westphal Archiv für Psychiatrie, Rd.* Bd. VIII. 1. 3. 1878. p. 9.

(2) E. v. Fleischl. *Der interpolare Elektrotonus. Sitzungsber., der KK. Akad. d. Wiss. zu Wien*, 1878, *t. LXXIII, s. III.*

(3) Il produisait dans les nerfs les phénomènes électrotoniques, et les observait au moyen d'un galvanomètre à miroir.

(4) Des tubes ainsi disposés doivent être identifiés, d'après M. Hermann, avec des nerfs.

existent, et sont dues aux processus chimiques et physiques qui se produisent pendant la vie dans ces organes; par conséquent elles sont des propriétés physiologiques de ces derniers. Cette hypothèse explique plus ou moins parfaitement tous les faits connus jusqu'à présent.

D'après l'hypothèse de l'altération, proposée par M. Hermann, les phénomènes électriques des nerfs et des muscles ne sont que des manifestations accidentelles, et par conséquent n'ont aucune signification physiologique. Cette hypothèse repose sur la supposition que le contact de la matière morte avec la matière vivante et, en particulier, le contact de la substance musculaire en rigidité avec la substance musculaire non modifiée, sont les sources uniques des forces électro-motrices des nerfs et des muscles (1).

L'hypothèse de M. Hermann dans sa forme dernière, plus parfaite et due beaucoup aux critiques de son éminent adversaire, peut nous expliquer, il est vrai, un certain groupe de phénomènes électro-physiologiques aussi bien que l'hypothèse de M. E. du Bois-Reymond. Mais l'hypothèse de M. Hermann ne peut pas expliquer toute une autre et très importante série de ces phénomènes : elle ne nous explique ni l'existence de manifestations électriques dans les muscles intacts, ni l'oscillation négative dans les nerfs avec toutes ses particularités, ni les phénomènes que l'on observe dans les organes électriques de certains poissons, etc.

Nous croyons en tous cas que le plus grand nombre des physiologistes admettent en ce moment l'hypothèse de la préexistence de M. E. du Bois-Reymond.

Je ne saurais mieux terminer cette lettre qu'en citant les paroles suivantes, que j'ai entendues un jour de la bouche de celui dont je m'honore d'être le disciple : « On essaie parfois de me présenter comme un homme fanatique de « son hypothèse, on a tort; je serais le premier à l'abandonner, quoiqu'elle « soit si riche de conséquences, et j'en accepterais une autre, si cette autre « nous expliquait les phénomènes d'une manière plus parfaite et plus précise. « Mais pourquoi abandonnerais-je mon hypothèse pour celle de M. Hermann, « si cette dernière, bien qu'elle explique quelques phénomènes, tout autant « que la mienne, ne nous en explique pas beaucoup d'autres, même des plus « importants? »

Veuillez agréer, etc.

Dr S. Tschiriew.

Paris, 10 février 1879.

(1) L'auteur identifie la rigidité de la substance musculaire avec son état de contraction.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

École pratique des hautes études. Physiologie expérimentale. Travaux du laboratoire de M. Marey, professeur au Collège de France. IIIe année, 1877, 1 vol. G. Masson.

Ce volume contient 14 mémoires sur des sujets différents, mais qui présentent, comme tous les travaux qui sortent du laboratoire de M. Marey, le caractère commun d'être appuyés sur l'exploration des phénomes par la méthode graphique.

1. Le plus important de ces mémoires est celui de M. Marey sur l'analyse de la décharge électrique de la Torpille et sur l'assimilation de cet acte à la contraction musculaire. En voici le résumé :

En employant pour étudier l'électricité de la Torpille certains moyens nouveaux, on y découvre des caractères importants, et l'on est conduit à admettre l'hypothèse qui considère la décharge électrique comme l'homologue de l'acte mécanique par lequel un muscle se contracte.

La méthode graphique surtout a servi dans ces recherches : tantôt on a inscrit le mouvement que provoque dans un muscle de Grenouille l'électricité de la Torpille, tantôt le mouvement que donne le signal électro-magnétique de M. Deprez, quand une décharge traverse cet appareil. D'autres fois, on s'est servi de l'électromètre de Lippmann, dont la colonne de mercure indique par ses mouvements le sens, l'intensité, le nombre et les phases des variations électriques auxquelles il est soumis.

Les principaux résultats de ces études sont les suivants :

Une décharge de Torpille n'est pas un courant continu, mais elle est formée d'une série de flux successifs et de même sens qui, s'ajoutant les uns aux autres, constituent la décharge. C'est ainsi que, dans les muscles, une série de secousses ajoutées les unes aux autres et plus ou moins fusionnées constitue le tétanos.

Quand on excite les nerfs électriques d'une Torpille, chaque excitation du bout périphérique d'un nerf coupé donne lieu à un *flux* unique. Les choses se passent de la même façon pour les nerfs moteurs dont une excitation provoque une seule *secousse* dans le muscle correspondant. Un flux de Torpille, de même qu'une secousse musculaire, retarde sur le moment de l'excitation du nerf qui l'a provoqué. Ce retard (période d'excitation latente) est de part et d'autre de 0,01 de seconde environ.

La durée d'un flux de Torpille, mesurée par la méthode de Guillemin, au moyen d'une grenouille-signal, est sensiblement la même que celle d'une secousse musculaire de Grenouille ; les phases sont semblables dans ces deux

phénomènes, c'est-à-dire qu'il y a, de part et d'autre, une période d'augmentation d'intensité et une période de décroissance lente.

De l'inégalité des deux phases du flux résulte ce phénomène singulier : que chaque flux de la Torpille ne provoque dans une bobine secondaire qu'un seul courant induit, courant qui coïncide avec le début du flux, c'est-à-dire avec la phase de variation brusque; la phase de décroissance lente n'a pas d'effet inducteur seusible.

L'addition des flux successifs d'une décharge de Torpille tient à ce que la durée de chacun de ces flux excède beaucoup celle des intervalles qui les séparent le uns des autres. Plus les flux seront fréquents, plus leur addition sera complète, et plus sera grande l'intensité de la décharge résultante. C'est encore ainsi que les choses se passent dans un tétanos musculaire dont l'intensité croît avec la fréquence des secousses dont il est formé.

L'électromètre de Lippmann montre que les flux de la décharge sont tous de même sens, et fait assister au phénomène de l'addition dont le signal électrique de M. Deprez avait déjà donné une preuve indirecte.

Les conditions physiologiques qui influent sur les phénomènes musculaires ont des effets analogues sur la décharge électrique.— La fatigue affaiblit l'intensité de la décharge et en diminue la durée ; le repos lui rend l'énergie. — Le froid affaiblit et éteint les propriétés de l'appareil électrique ; la chaleur réveille ces propriétés. — La strychnine donne naissance à une décharge qui souvent présente, au milieu de sa durée, une diminution d'intensité ou même une interruption.

Ce même caractère s'observe dans les tracés d'un tétanos musculaire produit par le même poison.

L'application du froid diminue la fréquence des flux de la décharge volontaire ou strychnique de la Torpille; sur une grenouille strychnisée, le froid diminue pareillement la fréquence des secousses dans la décharge tétanique des muscles.

Toutes les analogies que l'on constate entre les phénomènes électriques et musculaires, ont pour conséquence que ces deux fonctions sont homologues et peuvent s'éclairer l'une par l'autre ; ainsi, du moment où l'on peut démontrer qu'une décharge volontaire de Torpille est composée de flux multiples, les présomptions deviennent très fortes en faveur de la complexité de la contraction musculaire.

2. Plusieurs mémoires du Dr François Franck, directeur adjoint du laboratoire, sont consacrés à l'interprétation par la voie expérimentale des phénomènes observés chez les malades atteints de lésions de l'appareil circulatoire ou de troubles fonctionnels du cœur. C'est ainsi que l'auteur explique par la gêne, ou par l'obstacle à l'afflux du sang veineux dans les cavités cardiaques, les accidents des épanchements du péricarde. Il a constaté qu'une faible contre-pression exercée à l'intérieur du péricarde et ne dépassant pas 1 ou 2 centimètre de mercure, suffit pour surmonter la pression veineuse et pour affaisser les oreillettes ; cette contre-pression empêche par conséquent le sang veineux général et pulmonaire d'entrer dans le cœur et supprime les ondées artérielles. Ce sujet a été développé plus tard par M. Lagrolet dans sa thèse de doctorat (août 1878).

M. François-Franck, étudiant les troubles cardiaques qui donnent lieu aux intermittences du pouls (faux-pas du cœur de M. Bouillaud), reconnaît plusieurs causes à l'inefficacité des systoles avortées, qu'il divise en trois catégories répondant chacune à un trouble fonctionnel constaté expérimentalement : 1° Sysstoles avortées par reflux mitral ; 2° par défaut de réplétion ventriculaire ; 3° par défaut d'énergie.

Dans deux autres mémoires, l'auteur analyse l'influence des *variations de la pression intra-crânienne et de la pression intra-cardiaque sur le rhythme du cœur*, les effets cardiaques et respiratoires *du choc cérébral.*

Le travail le plus important que M. François-Franck ait publié dans ce compte rendu, a trait aux *changements de volume* et *aux débits du cœur* (1).

Ces recherches ont tout d'abord été exécutées sur le cœur de Tortue isolé, et soumis à une circulation artificielle. On peut conclure de ces premières expériences que la diminution de volume du cœur au moment de la systole, permet de déterminer le débit ventriculaire ; l'augmentation diastolique du volume du cœur correspond à son degré de réplétion.

En utilisant ensuite chez les animaux la cavité du péricarde comme appareil à changements de volume, M. François-Franck a pu étudier avec détail les modifications apportées à la circulation cardiaque par des influences variées, agissant sur le cœur par voie directe ou réflexe, retentissant sur son rhythme sans modifier son travail, portant leur action sur la circulation périphérique, en faisant ainsi varier soit la réplétion, soit le débit du cœur.

Les changements de volume du cœur ont encore été étudiés par l'exploration des pressions de l'air dans la trachée pendant l'arrêt respiratoire. Quand cette même exploration est pratiquée sur un animal dont le thorax est ouvert, les indications correspondent seulement aux variations de la pression artérielle intra-pulmonaire, ou plutôt aux variations de calibre totalisées des vaisseaux pulmonaires.

Ces recherches font suite à celles que M. François Franck avait publiées l'année précédente sur les changements de volume des organes périphériques (C.-R. du labor. de Marey. 1876. Mém. I) ; quelques-uns des points qu'on y trouve développés, par exemple les indications fournies par l'exploration des pressions de l'air dans la traché, avaient déjà été indiqués à l'étranger, notamment par M. Céradini ; ce même sujet a été repris avec détail par M. Mosso, dans un mémoire sur la pulsation négative (Turin, 1878).

Nous ne ferons que mentionner l'étude d'un cas d'ectopie congénitale du cœur, étudié par M. François Franck sur une femme de 24 ans, nn travail sur les mouvements du cerveau, fait en collaboration avec M. Brissaud (2), et un chapitre de technique traitant spécialement de l'emploi de nouveaux appareils manométriques.

(1) Les résultats de ces recherches ont été présentés à la Société de Biologie dans les séances des 12, 19, 26 mai 1867, et résumés dans une note communiquée par Cl. Bernard à l'Académie des sciences, le 28 mai 1877.

(2) On trouvera dans une thèse récente de M. Abadie (Th., Paris, novembre 1878), et faite dans le laboratoire de M. Marey, un exposé historique et critique complet de la question des mouvements du cerveau.

3. Ce même volume contient un mémoire de M. Ch. Richet sur l'*addition des excitations électriques dans les nerfs et dans les muscles :* ce travail forme une suite aux recherches de Pflüger, de Gruenhagen, de Setschenow, de Tarchanoff, etc., sur la sommation des excitations dans les centres nerveux. Il est intéressant surtout par la comparaison des appareils nerveux et musculaires au point de vue de leur propriété commune d'emmagasiner, pour ainsi dire, une certaine dose d'excitations avant de fournir une réaction évidente.

M. Bloch a développé dans le même volume un nouveau point de ses recherches sur les sensations tactiles (V. Arch. de physiologie, 1875) : il a comparé ces sensations aux sensations électriques, et a mis leur dissemblance en relief. De ce fait il résulte la conclusion qu'il devient difficile d'étudier, à l'aide des excitations électriques, la vitesse du courant nerveux sensible chez l'homme, et que les premières recherches de l'auteur, fondées sur le degré de persistance des sensations successives, conservent toute leur valeur.

M. Salathé ajoute quelques faits nouveaux à ses recherches publiées l'année précédente sur la circulation du liquide céphalo-rachidien. Il étudie les effets de l'anémie et de la congestion du cerveau obtenus par différents procédés (changements d'attitude, rotation des animaux, etc.). Les phénomènes amenant la mort sont analysés avec détail.

Dr Isidor Bermann. *Ueber die Zusammensetzung der Glandula submaxillaris aus verschiedenen Drüsenformen und deren functionnelle Structurveränderungen* (Sur la constitution de la glande sous-maxillaire par l'association de plusieurs variétés d'éléments glandulaires et sur les changements de structure inhérents au fonctionnement de cet organe). Würzbourg 1878.

L'auteur a examiné diverses glandes en les décomposant en séries de coupes fines, et ce procédé d'étude, auquel il donne le nom de topographie microscopique, lui a permis de constater certaines particularités de structure, notamment en ce qui concerne la glande sous-maxillaire. Celle-ci renferme un organe spécial inclus au milieu de la masse des lobules glandulaires. La disposition de cet organe est surtout typique sur le lapin. En passant en revue une série de coupes comprenant toute la glande sous-maxillaire d'un lapin adulte, on voit sur 30-40 d'entre elles, dans une situation à peu près centrale, un groupe de tubes sectionnés en divers sens que l'on pourrait prendre, à première vue, pour un faïscean de conduits excréteurs. Mais, à un plus fort grossissement, on ne tarde pas à reconnaître qu'il existe là un organe tubuleux parfaitement distinct du reste de la glande. En effet, tous ces conduits ramifiés et d'un calibre à peu près constant ont un épithélium absolument différent de celui qui tapisse les canaux de la glande en grappe ; au lieu des cellules cylindriques longues et étroites, allongées perpendiculairement à l'axe du canal, munies d'un liséré basilaire légèrement strié et de noyaux elliptiques, telles qu'on les voit dans les conduits de la portion acineuse, on

trouve ici une couche d'éléments d'une hauteur moitié moindre (0,004) et d'une largeur double (0,010), avec un gros noyau central arrondi ou allongé parallèlement à la surface épithéliale. En outre, tout l'organe est séparé de la masse glandulaire qui l'entoure par une capsule conjonctive assez forte ; celle-ci se prolonge sur chacun des tubes, et leur forme ainsi une tunique lamineuse plus épaisse que celle des canaux excréteurs de même grosseur, et renfermant des fibres musculaires lisses qui sont surtout très visibles chez l'homme. Les conduits se terminent en cæcums après un trajet flexueux, et ne sont jamais en continuité avec les culs-de-sac sécréteurs du voisinage. Sauf les ramifications, l'aspect général rappelle assez celui d'une glande sudoripare.

Il faut noter encore que le produit de sécrétion est concrété à l'intérieur de ces tubes en cylindres massifs, non adhérents à l'épithélium, se rétractant légèrement sous l'influence de l'acide acétique, légèrement striés en long, ce qui leur donne l'apparence d'un pointillé sur la coupe transversale.

Lorsqu'on pousse une injection par le canal de Warthon, la portion acineuse de la glande s'injecte facilement; il n'en est pas de même de l'organe tubulé, où la masse s'insinue avec peine entre le cylindre qui remplit la cavité et l'épithélium du revêtement. Cet organe se comporterait donc d'une manière assez analogue à celle des « glandes dans les voies biliaires, » d'autant plus qu'il est toujours situé près d'un gros conduit excréteur. Il se distingue nettement des conduits à épithélium pavimenteux signalés par Plüger dans les lobules périphériques sur de jeunes animaux, conduits dont l'existence paraît liée au développement progressif de la glande.

Le volume de l'organe par rapport à celui de la glande croît avec les progrès de l'âge. Chez le lapin nouveau-né, on le trouve à la partie externe de la sous-maxillaire, où il n'occupe que l'épaisseur de 4-6 coupes. Plus tard la portion acineuse l'englobe peu à peu ; on n'en voit encore aucune trace sur des embryons de $0^{m},10$. Il est pourvu de réseaux vasculaires et nerveux extrêmement riches. Il a été vu chez un enfant mort d'une affection aiguë, ainsi que chez le chat, le chien, le renard, le cochon d'Inde ; en outre, une disposition analogue existe dans la glande lacrymale du lapin.

Telles sont, en résumé, les données que nous trouvons dans Bermann sur l'existence d'une glande en tube au sein du tissu acineux de la sous-maxillaire. La deuxième partie de son mémoire a trait aux modifications histologiques que subissent les glandes salivaires (et spécialement la sous-maxillaire), selon qu'on les considère à l'état de repos ou au moment où elles sont en activité, sujet déjà traité par Heidenhain, Lawdowsky, V. Ebner, Foldt, Nussbaum, etc... L'auteur consacre une longue discussion aux opinions diverses émises par tous ces histologistes, et entre à ce propos dans des développements qui ne sauraient trouver placer ici : nous nous bornerons à rapporter brièvement les faits nouveaux les plus importants.

L'organe tubuleux de Bermann (qu'il appelle *glande purement tubuleuse, rein tubulöse Drüse*) n'a présenté aucune modification fonctionnelle. Mais, outre cet organe, la glande sous-maxillaire du chat, du chien et du renard comprend encore deux sortes d'éléments glandulaires complètement différentes ; il existe, en effet, à sa partie supérieure des lobules ayant un aspect

tout autre que celui du tissu acineux décrit jusqu'ici par les observateurs. Ces lobules offrent de gros conduits excréteurs aboutissant non pas à des culs-de-sac, mais à des tubes flexueux terminés en cæcum. Bermann donne à cette partie le nom de *glande en tubes composée* (zusammengesezt schlauchförmige Drüse), pour la distinguer de l'organe tubulé spécial décrit plus haut.

En étudiant comparativement, à l'état de sécrétion et à l'état de repos, la glande en grappe et la glande en tubes composée, Bermann pense avoir trouvé l'interprétation véritable des différents aspects constatés par ses prédécesseurs, principalement en ce qui concerne les formations dites *lunules* de Gianuzzi.

Les conduits excréteurs de la portion tubuleuse composée sont bien plus larges que ceux de la glande en grappe; ils sont revêtus par un épithélium moins élevé et dépourvu de liséré basilaire. Le tissu, pris en dehors de l'état de sécrétion, ressemble beaucoup à celui du pancréas. Chaque lobule montre un conduit excréteur entouré de tubes en cæcums tapissés par des cellules élevées, à gros noyau sphérique, à corps cellulaire prenant vivement le carmin et l'acide osmique ; ces éléments diminuent graduellement de hauteur, pour se continuer avec ceux du conduit excréteur. On ne trouve des cellules muqueuses (c'est-à-dire, dans la nomenclature de Bermann, ne prenant pas les colorations) qu'à l'état de rares vestiges.

Ces apparences changent considérablement lorsqu'on examine l'organe en voie de sécrétion. Les tubes contournés sont élargis, distendus, leurs cæcums fréquemment renflés en ampoules. Contre leur paroi on rencontre des amas protoplasmiques renfermant des noyaux, qui font tout le tour de la cavité, et représentent d'énormes lunules. A leur surface libre apparaît une couche de cellules transparentes, dont le noyau seul se colore; ces cellules ne sont autres que celles qui tapissaient le tube au repos ; elles ont subi la transformation *muqueuse*, et ne vont pas tarder à être entraînées par l'excrétion.

Un phénomène remarquable, c'est que les lunules apparaissent alternativement dans la portion acineuse et dans la portion tubuleuse, de sorte que chacune des deux parties de la glande est au repos lorsque l'autre entre en activité. Heidenhain avait déjà émis cette hypothèse. On comprend, après l'exposé de ces faits, que la classification de Lavdowsky, qui divise les glandes salivaires en séreuses et muqueuses, en se fondant sur la présence de lunules et de cellules muqueuses, ne peut plus être maintenue. Bermann fait remarquer que sa méthode d'observation, consistant à opérer sur des animaux à jeun pour l'état de repos, et sur des animaux venant de manger (ou excités par une dose de morphine) pour l'état de sécrétion, est préférable au procédé employé par Heidenhain et Lavdowsky, qui soumettaient au courant faradique les nerfs afférents de la glande. Cette manière de faire exigeait en effet des désordres considérables, et, sous l'influence du traumatisme, on voyait se produire des effets pathologiques : telle est, par exemple, l'apparition d'une multitude d'éléments arrondis (leucocytes ?) dans le tissu conjonctif de l'organe.

Est-il besoin de faire ressortir l'importance des données anatomiques qui précèdent, au point de vue des résultats obtenus jusqu'à ce jour par la physiologie expérimentale sur la sécrétion de la glande sous-maxillaire ?

Nous pensons avec Bermann qu'une connaissance complète de la constitution histologique de cette glande, pourrait peut-être fournir l'explication des différentes espèces de salives (Heidenhain en admet quatre) recueillies par les physiologistes qui se sont occupés de cette question.

L'auteur a constaté enfin, chez le chien, le chat et le renard, la présence d'un petit lobule glandulaire distinct de tous les autres quant à sa structure, et formé d'un tissu fort analogue à celui du foie.

MONUMENT A C.-E. DE BAER.

On nous informe qu'un comité s'est formé à Dorpat pour élever un monument à la mémoire de De Baer, ancien élève et membre honoraire de l'Université de cette ville. Les personnes qui voudraient participer à cet hommage rendu à l'illustre physiologiste, sont priées d'adresser leurs cotisations soit à la « Saint-Petersburger internationale Handelsbank, » à Saint-Petersbourg, soit à MM. G. Dragendorff ou A. Schmidt, professeurs à l'Université de Dorpat.

Le propriétaire-gérant,

GERMER BAILLIÈRE.

Saint-Denis. — Imprimerie CH. LAMBERT, 17, rue de Paris.

RECHERCHES

SUR LES

LYMPHATIQUES DE LA COUCHE SOUS-SÉREUSE DE L'UTÉRUS

Par le Dr VLADISLAS MIERZEJEWSKI
De Saint-Pétersbourg.

PLANCHE XII.

I. — Pour analyser les opinions de tous les auteurs qui ont écrit sur le système lymphatique de l'utérus depuis Nuck, Winslow, Morgagni, Cruickshank, Mascagni, etc., jusqu'à notre époque, il eût fallu un laps de temps considérable et des ressources qui ne se trouvaient pas à notre disposition. D'autre part, la bibliographie des lymphatiques utérins a été faite d'une manière assez complète par un certain nombre d'auteurs contemporains (1). Tels sont : MM. *J. Lucas Championnière* (Lymphatiques utérins et lymphangite utérine, 1870), *Jacques Fioupe* (Lymphatiques utérins et parallèle entre la lymphangite et la phlébite utérines, 1876). En Allemagne : *Gerhard Leopold* (Die lymphgefässe des normalen, nicht schwangeren Uterus ; in Archiv für Gynæcologie. Bd. 6. 1874) ; en Russie : *Pierre Fridolin* (Des vaisseaux lymphatiques de l'utérus gravide, 1872), *A. Schwartz* (Du système lymphatique de l'ovaire, 1874), dont les travaux sont écrits en langue russe.

En conséquence, nous nons bornerons à présenter ici un résumé succinct de l'état actuel de la question d'après les travaux les plus récents.

M. *L. Championnière*, étudiant la lymphangite utérine, qu'il

(1) Ponr la bibliographie plus ancienne, consulter : *Cruickshank*, The Anatomy of the Absorbing Vessels of the Human Body, London, 1790. — Traduction française par M. Petit-Radel, Paris, MDCCLXXXVII, page 302 : *Des absorbants de la matrice.*

a, en quelque sorte, tirée de l'oubli et remise à l'ordre du jour en pathologie, grâce à ses belles observations, ne s'est occupé qu'accessoirement des lymphatiques superficiels, tels qu'ils se présentent à l'état normal. Voici la description sommaire qu'il en donne : « Ils se dirigent directement vers la surface externe « de l'utérus ; ils sont, dans ce trajet, sous-péritonéaux ou « séparés du péritoine par une mince couche de tissu muscu- « laire, de telle sorte qu'on aperçoit parfaitement, par transpa- « rence, leur couleur jaunâtre, lorsqu'ils sont remplis de pus. « Arrivés aux angles, ils sont pour la plupart superficiels et se « perdent dans les ligaments larges. »

P. Fridolin, qui a surtout porté son attention sur les lymphatiques de la couche musculeuse de la matrice gravide, parle en ces termes du réseau superficiel : « Les lymphatiques superficiels ne prennent aucune part à la constitution des réseaux situés dans l'épaisseur de l'organe ; ils sont en très petite quantité comparativement aux vaisseaux sanguins, et leur volume, dans la couche sous-séreuse, est à peu près le même que celui des vaisseaux sanguins correspondants. Chacun des vaisseaux sanguins est accompagné par un ou deux lymphatiques. »

G. Léopold, après avoir minutieusement examiné les lymphatiques de l'utérus sur un grand nombre de femmes et d'animaux, arrive aux conclusions suivantes : « Au-dessous de la séreuse, il n'y a que des vaisseaux (pas de lacunes) lymphatiques, qui sont placés dans le tissu conjonctif de cette membrane et y forment de grands réseaux d'un aspect caractéristique. Leur nombre est sensiblement moindre que celui des vaisseaux sanguins, placés au-dessus d'eux ; mais en revanche le calibre des lymphatiques est beaucoup plus considérable (jusqu'à huit ou dix fois par places) que celui des vaisseaux sanguins. »

MM. *Fridolin* et *Léopold* ont injecté les lymphatiques avec le bleu de Prusse et le nitrate d'argent, en piquant le réseau superficiel.

II. — Avant d'exposer les résultats de nos recherches personnelles, nous devons nous arrêter sur les procédés techni-

ques mis en usage par nous. Leur importance, en effet, est capitale, et ils diffèrent un peu de ceux qu'ont employés nos devanciers.

L'étude des lymphatiques utérins n'était pas le but primitif de notre travail (1). Nous nous étions simplement proposé de rechercher par quel mécanisme les liquides contenus dans la cavité péritonéale, peuvent pénétrer dans l'épaisseur des parois de l'utérus, et ce n'est qu'incidemment que nous avons été amené à nous occuper des lymphatiques.

En passant en revue les différents procédés mis en usage par les anatomistes pour l'étude du système lymphatique, on voit qu'ils se ramènent à deux méthodes générales : 1° la méthode des imbibitions ; 2° la méthode des injections.

Nous rangeons dans la première les procédés qui consistent à remplir les lymphatiques, soit par la voie de la résorption physiologique, soit par la pénétration de certaines substances en vertu des lois physico-chimiques. A la première catégorie appartiennent : l'absorption par les lymphatiques des matières colorantes injectées dans les cavités naturelles du corps, ou dans les interstices des tisssus ; la réplétion des réseaux lymphatiques par des liquides injectés sous une forte pression dans les vaisseaux sanguins, de façon à transsuder à travers les parois de ces derniers ; enfin les procédés qui consistent à provoquer l'accumulation de la lymphe elle-même dans les réseaux lymphatiques, par la ligature des vaisseaux sanguins correspondants (ligature des veines seulement, lorsqu'on expérimente sur un être vivant).

A l'imbibition chimico-physique se rapportent : la pénétration de certains liquides, tels que les solutions de nitrate d'argent ou de chlorure d'or, qui imbibent peu à peu les tissus et agissent chimiquement sur leurs parties constituantes. C'est ainsi que l'azotate d'argent colore les limites des cellules endothéliales, que le chlorure d'or détermine des précipités

(1) Nous devons exprimer ici nos remercîments à MM. Robin et Cadiat, qui ont bien voulu nous permettre de faire nos recherches dans leur laboratoire de la Faculté de médecine.

foncés dans les mailles des réseaux vasculaires, et respecte les vaisseaux eux-mêmes de façon à les rendre visibles.

Nous n'avons pas eu l'occasion de mettre en pratique le procédé qui consiste à porter les liquides colorés dans la cavité de l'utérus sur les animaux vivants. Par contre, nous avons essayé de remplir les lymphatiques en introduisant la masse colorée dans des entailles plus ou moins profondes, pratiquées dans les parois de l'organe ; mais, soit inexpérience de notre part, soit insuffisance de la méthode elle-même, nous n'avons eu que des insuccès, de même que notre savant confrère de Saint-Pétersbourg, M. Fridolin.

En prenant dans une ligature les vaisseaux sanguins du ligament large sur des animaux vivants ou fraîchement tués, on parvient à produire une accumulation de la lymphe dans les réseaux lymphatiques. Mais, ce liquide étant incolore, on ne peut pas distinguer de la sorte les fines ramifications des vaisseaux superficiels, même dans les cas les plus heureux, alors que la surface de l'utérus paraît comme chagrinée. En outre, les réseaux lymphatiques superficiels se vident aussitôt qu'on porte la pièce dans l'alcool, l'acide chromique, l'acide osmique, ou tout autre réactif propre à fixer les tissus. Il nous a été impossible de faire des préparations persistantes des vaisseaux ainsi distendus par la lymphe. Quant au second mode d'étude, aux injections, nous n'avons pas été beaucoup plus heureux en injectant dans les vaisseaux sanguins, et sous une forte pression, des masses colorées au carmin ou au bleu de Prusse. Même en exagérant la pression jusqu'à produire des ruptures et des taches ecchymotiques multiples, les liquides n'arrivaient pas aux lymphatiques. Nous avons obtenu une seule préparation de ce genre en injectant successivement les lymphatiques au nitrate d'argent, et les artères avec une masse carminée. On y voit un lymphatique rempli par le liquide rouge, sans qu'il y ait aux environs aucune trace de rupture ou d'épanchement interstitiel.

En ce qui concerne l'imbibition des lymphatiques par la solution de nitrate d'argent, si c'est le procédé le plus facile, il

n'est applicable que dans des cas fort restreints. Pour une membrane ou une lamelle mince de tissu contenant des lymphatiques, il est incontestablement le meilleur; mais, pour un tissu plus compacte, épais comme celui de l'utérus, c'est seulement la couche la plus superficielle qui subit l'action du réactif d'une manière convenable ; les parties profondes, demeurant inaccessibles à l'action des rayons lumineux, ne sont colorées qu'insuffisamment et par places.

On pourrait songer à remédier à cet inconvénient en découpant le tissu en une suite de lamelles minces, que l'on imprégnerait séparément au nitrate d'argent Mais, outre la difficulté qu'on éprouve à débiter les parois utérines fraîches en lames égales et suffisamment minces, on ne peut obtenir par ce moyen, appliqué au tissu frais, que des fragments presque insignifiants du réseau lymphatique ; de sorte qu'il devient très difficile de reconstituer, d'après ces quelques figures incomplètes et sans suite, la disposition générale des vaisseaux lymphatiques (1).

Il faut remarquer en outre que le nitrate d'argent, agissant aussi sur les diverses parties constituantes du tissu, fournit des images d'une interprétation souvent difficile et pouvant donner lieu à des erreurs (2).

L'imprégnation au nitrate d'argent, ne nous a jamais montré que les anses lymphatiques les plus superficielles. Seules, les injections directes des vaisseaux lymphatiques nous ont donné des résultats concluants et démonstratifs. On a objecté contre cette méthode la possibilité d'injecter simultanément les vais-

(1) Pour obtenir des coupes d'une certaine étendue du tissu utérin frais, nous avons employé le procédé suivant : On tend un morceau des parois utérines sur le microtome à la manière d'une peau de tambour, en l'attachant autour de la platine de l'instrument à l'aide d'un gros fil. Le bouchon de liège, étant introduit dans le canal du microtome, peut soulever ainsi à volonté la partie centrale du tissu distendu, ce qui permet de la couper à l'aide du rasoir en une série de tranches minces, qu'on étend sur une plaque de liège pour les plonger ensuite dans une solution de nitrate d'argent. Le même procédé est mis en usage pour traiter les coupes par le chlorure d'or.

(2) Comparer M. et Mme Hoggan : *Étude sur les lymphatiques de la peau*, ci-dessus, p. 50.

seaux lymphatiques et sanguins. Mais, outre la rareté de ce fait, difficile à expliquer (nous ne l'avons observé qu'une fois sur plus de cinq cents injections) : l'aspect des lymphatiques est tellement caractéristique, qu'un observateur expérimenté ne pourra guère s'y tromper. On a d'ailleurs un excellent moyen de contrôle dans les injections doubles des lymphatiques et des vaisseaux sanguins par des masses différemment colorées. Enfin, pour les lymphatiques superficiels, on peut faire usage d'une solution de nitrate d'argent qui, dessinant les contours des cellules endothéliales des lymphatiques, ne laissera subsister aucun doute sur leur nature.

La grande difficulté dans les injections du système lymphatique vient de la présence des valvules, qui forcent à pousser la masse colorée dans le sens du cours naturel de la lymphe (1). Nous avons donc dû recourir, pour mettre en évidence les lymphatiques superficiels de l'utérus, simplement aux injections sous-séreuses, en faisant une série de piqûres dans différents endroits de la surface de l'organe. C'est du reste le procédé

(1) Quelques auteurs, et récemment encore M. A. Schwartz (*l. c.*), rapportent les bons résultats qu'ils ont obtenus par l'injection des gros troncs, la masse étant poussée dans la direction opposée au cours de la lymphe. Pour bien réussir ils conseillent, soit de pousser fortement, soit d'agir, au contraire, avec beaucoup de ménagements. Dans quelques cas (une fois sur dix), M. Schwartz a réussi à injecter ainsi un liquide coloré franchissant les valvules et permettant au liquide de pénétrer dans les petits troncs. Pour notre part, nous avons fait plusieurs injections par les gros troncs du ligament large, mais nous n'avons jamais pu injecter de cette façon les vaisseaux superficiels. Ordinairement, la masse (soit à la gélatine, soit aqueuse), après avoir franchi quelques valvules, sous une pression un peu exagérée, distend démesurément le lymphatique, qui, grâce à la présence des valvules (distantes environ d'un centimètre chez les vaches), prend un aspect moniliforme (en chapelet). Souvent la masse à injection ne va pas plus loin. Dans les cas les plus heureux, le liquide franchit les valvules par saccades (les valvules cédant d'emblée), et remplit quelques lymphatiques de moindre calibre ; mais jamais on ne parvient à dessiner un réseau complet. Il arrive aussi que la masse, après s'être trouvée arrêtée quelques instants devant une valvule, change subitement de direction en pénétrant dans une branche latérale ; dans d'autres endroits, on la voit refluer, par une branche transversale, vers un autre tronc collecteur du ligament large. Nous avons fait ces injections avec toutes les masses employées pour ces sortes de recherches ; nous avons opéré sur différents animaux, nous servant de pièces fraîches, aussi bien que de matrices ayant séjourné dans l'alcool faible, ou ayant macéré dans l'eau et se trouvant dans un état de putréfaction plus ou moins avancé : le résultat a été constamment négatif au point de vue de l'injection des vaisseaux superficiels.

dont se sont servis MM. Fridolin et Leopold. Il donne à coup sûr les meilleurs résultats ; mais il demande beaucoup de temps et de patience de la part de l'expérimentateur, le hasard seul faisant qu'on arrive du premier coup à piquer un vaisseau lymphatique.

Il est, en outre, une foule de circonstances accessoires qui influent sur la réussite de l'injection. Aussi croyons-nous devoir décrire en détail les procédés dont nous avons fait usage, afin d'épargner aux observateurs qui se livreront à ce genre de recherches les pertes de temps et les nombreux échecs que nous avons subis.

Au commencement, nous avons employé le procédé de M. Leopold. Suivant ce qu'il conseille, nous injections les lymphatiques sous-séreux de l'utérus par des piqûres aussi superficielles que possible, après que l'organe avait séjourné deux ou trois jours dans l'alcool faible, et que les vaisseaux sanguins avaient été préalablement injectés avec une masse à la gélatine (2 pour 100), ou simplement aqueuse et colorée par le carmin. M. Leopold croit en effet que la séreuse acquiert, grâce à cette macération, une rigidité profitable (Straftheit und Spannung).

Pour les lymphatiques, nous employions la masse au bleu de Prusse sans gélatine (l'organe à injecter étant froid), et après quelques insuccès, nous avons obtenu des réseaux lymphatiques superficiels conformes aux dessins de M. Leopold ; on voit de la sorte le réseau à mailles plus ou moins quadrangulaires et oblongues, qui se trouve placé au-dessus de la couche musculeuse, ou plutôt entre la couche musculeuse et la couche sous-séreuse ; ce réseau sous-séreux communique par des branches perpendiculaires ou obliques avec les lymphatiques des couches plus profondes de la paroi utérine.

Nous avons été moins heureux dans nos injections doubles. En injectant les vaisseaux sanguins préalablement, comme le conseillent MM. Fridolin et Leopold, l'organe se tend, gonfle et devient plus résistant.

La masse injectée dans les vaisseaux sanguins, produit cer-

tainement une pression sur les plus petits lymphatiques ambiants, dont la mince paroi se laisse comprimer très facilement. C'est à cause de cet obstacle que la masse destinée à remplir les lymphatiques, ne pénètre souvent que dans les branches d'un certain calibre, laissant vides les fines ramifications. Pour obvier à cet inconvénient, nous eûmes l'idée de diminuer la quantité de liquide injectée dans les vaisseaux sanguins et de les laisser ouverts, afin de permettre au surplus de s'échapper de l'organe ; mais l'injection des lymphatiques ne réussit pas mieux, et, en outre, celle du réseau sanguin se trouva également incomplète.

En injectant d'abord les réseaux lymphatiques, puis aussitôt les vaisseaux sanguins, nous sommes arrivé à des résultats plus satisfaisants ; mais nous n'étions jamais sûr que l'injection fût complète, parce que souvent la masse poussée par les artères s'arrêtait au pourtour des petits territoires lymphatiques rendus visibles par l'injection préalable, ou ne les pénétrait qu'incomplètement. Cela peut s'expliquer par la présence de la masse injectée dans les lymphatiques, qui barrait le passage au liquide poussé dans les capillaires sanguins.

Nous avons fait alors une série d'expériences dans les abattoirs de la Villette et surtout dans ceux de Villejuif, où, grâce à l'obligeance du chef de service, M. Dechizeau, nous avons pu opérer dans une chambre convenablement installée.

Nous avons employé successivement la masse au bleu de Prusse et la solution de nitrate d'argent dans différentes proportions (depuis 1 pour 50 jusqu'à 1 pour 800), la première additionnée de gélatine (1, 2, 3 pour 100), la seconde, avec ou sans gélatine. Ces masses, préparées à l'avance, étaient chauffées sur place au bain-marie ; les utérus étaient absolument frais, sortant de l'abdomen des animaux sacrifiés, et pendant l'injection on les maintenait dans un vase rempli d'eau suffisamment chaude.

Tout d'abord, nous procédions en liant en masse les ligaments larges avec leurs vaisseaux, espérant par ce moyen obtenir un œdème artificiel qui distendrait les lymphatiques. Plus

tard, suivant le conseil de M. Tourneux, nous avons insufflé les matrices au moyen d'une canule placée dans le col utérin, de façon à les distendre modérément. Nous évitions ainsi d'opérer sur des organes flasques, affaissés sur eux-mêmes, inconvénient qui se présente surtout avec les utérus de jument, et en général chez les animaux en gestation. On arrive ainsi beaucoup plus facilement à placer la canule de la seringue d'une façon convenable. Nous nous servions de canules capillaires à pointe acérée, et faisions la piqûre presque parallèlement à la surface libre de l'organe, de telle sorte que la pointe ne fût séparée de celle-là que par une épaisseur de tissu aussi minime que possible. Le tranchant de la pointe doit être tourné vers l'intérieur de l'organe, autrement le tissu soulevé par la pointe peut être déchiré. Ces canules étaient ajustées sur une seringue de Pravatz.

La canule une fois bien placée, on pousse doucement l'injection en soulevant un peu la seringue pour éviter d'injecter de l'air. La tige de la seringue doit être à mouvement rectiligne; celles dont le piston est monté en pas de vis, exigent l'emploi des deux mains et sont bien moins commodes. Enfin la seringue doit être remplie avant l'injection; les mouvements nécessaires pour ajuster la seringue, après que la canule est introduite sous la séreuse, produiraient infailliblement des déchirures du tissu, et retarderaient l'opération, qui doit être faite dans le plus court délai possible, si l'on veut avoir de bons résultats. Enfin la pression doit être lente et graduée; pour cela, il faut que le piston se meuve avec une grande facilité.

On choisit un endroit quelconque de la superficie de l'utérus, la partie dorsale des cornes par exemple. En cas de réussite (l'injection étant faite avec la solution de bleu de Prusse ou de nitrate d'argent), on aperçoit sous la séreuse les vaisseaux lymphatiques se remplissant avec une grande vitesse; en un clin d'œil, on voit apparaître un petit réseau dont les ramuscules serpentent dans différentes directions avec rapidité pour former des mailles plus ou moins serrées; puis la masse colorée descend

vers le ligament large par de gros troncs à trajet irrégulier, en zigzag, comme le dit M. Leopold, ou bien longitudinalement, rappelant l'aspect que produit un filet d'eau coulant sur un parquet inégal formant de temps en temps des flaques plus ou moins étendues, en un mot, n'ayant rien de l'apparence d'un vaisseau sanguin injecté.

Ordinairement, avant que le contenu de la seringue soit épuisé, l'injection s'arrête, et il se forme une boule due à la rupture d'un vaisseau lymphatique. Il faut alors cesser aussitôt l'injection, sous peine de voir la masse s'épancher dans les interstices du tissu et masquer les vaisseaux déjà remplis. En exerçant une forte pression sur la boule, à l'aide du doigt, on réussit parfois à remplir quelques vaisseaux lymphatiques ambiants.

Dans des cas exceptionnels (7 fois sur 400), après que le réseau sous-séreux est injecté, on voit tout à coup se remplir des lymphatiques plus fins et si superficiellement placés, qu'on croirait d'abord que le liquide s'est échappé de la canule et coule à la surface du péritoine. Sitôt qu'on a réussi à injecter ainsi un petit territoire, il faut s'arrêter, parce que la plus faible pression faite pour remplir une plus grande quantité de vaisseaux produit des ruptures, et consécutivement une boule qui ne tarde pas à crever aussi, de sorte que le liquide vient couler en nappe sur la surface libre de la séreuse.

Ces lymphatiques, que nous appellerons *lymphatiques séreux*, ou plus justement *anses séreuses* (par opposition aux lymphatiques qui, quoique situés dans le tissu sous-séreux, sont plus profonds et avoisinent la couche musculeuse), dessinent un réseau assez mal délimité, à larges mailles fort irrégulières, ou seulement des séries d'anses partant des vaisseaux sous-séreux. Nous avons retrouvé ces lymphatiques séreux soit sous forme de mailles, soit en petits troncs isolés, dans les utérus de vaches et de juments, une seule fois dans un utérus de brebis, et jamais chez les chiennes, les cobayes ni chez les truies. Il est vrai que nos expériences sur ces trois dernières espèces d'animaux sont en très petit nombre, dix-huit seulement, tandis que nos expé-

riences sur les utérus des trois premières espèces comprennent plus de cent trente-deux organes frais.

Après avoir aperçu ces lymphatiques, dont nous ne soupçonnions pas la présence, nous avons cru d'abord avoir affaire à une pénétration du liquide dans les interstices des fibres du tissu conjonctif; mais les injections au nitrate d'argent nous ont convaincu que c'était bien là des lymphatiques, quoique nous ayons obtenu par ce procédée, des résultats souvent peu satisfaisants : les vaisseaux, sous l'influence du nitrate d'argent, crèvent, et ordinairement on ne voit que de petits grains de précipité noirâtre, rarement des cellules endothéliales bien dessinées. Ils ne s'injectent que sur les utérus absolument frais. Les résultats dont nous parlons se rapportent donc exclusivement aux pièces encore chaudes sortant de la cavité abdominale peu d'instants après la mort de l'animal.

La masse au bleu de Prusse soluble, additionnée de gélatine, présentait le grand inconvénient de se décolorer sous l'influence de l'alcalinité des tissus. Maintes fois, nous avons vu un réseau lymphatique injecté pâlir peu à peu, et au bout d'une demi-heure disparaître presque complètement, ne laissant que de petits précipités de substance colorante. Nous eûmes alors l'idée d'aciduler un peu notre masse au bleu de Prusse (une goutte d'acide acétique par seringue de Pravatz), et dès lors les injections furent persistantes.

Quant à la solution de nitrate d'argent, si précieuse en ce qu'elle met en évidence le revêtement endothélial, elle ne pénètre que très difficilement, ne remplissant qu'un très petit nombre de vaisseaux à chaque piqûre. Il est possible que cela soit dû à ce qu'elle forme des combinaisons solides (avec les composés albuminoïdes de la lymphe, avec les membranes haptogènes de Muller, qu'elle trouve sur son chemin et qui s'opposent à sa progression); d'autres fois, elle bouche les vaisseaux, par suite de la destruction de leurs parois (1).

(1) MM. Malassez et de Sinety (*Sur la structure, l'origine et le développement des kystes de l'ovaire.* Archives de physiologie, n° 4, 1878, page 350) ont été amenés, sans doute par suite de ces inconvénients du nitrate d'argent, à employer le procédé

En effet, en solution concentrée ($\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{150}$), le nitrate d'argent détruit, en grande partie, les cellules endothéliales, qui ne présentent plus que des points opaques épars dans le champ de la préparation ; ou bien, surtout dans les lymphatiques les plus superficiels, il détruit les parois vasculaires et s'amasse en une boule blanchâtre qui brunit par la suite. A dose plus faible ($\frac{1}{250}$ à $\frac{1}{400}$), souvent le nitrate d'argent ne colore pas du tout l'endothélium, et les vaisseaux prennent l'aspect de traînées brunâtres ou jaunâtres. Enfin, comme il faut opérer par un temps bien clair (ce qui n'a été que rarement le cas durant l'hiver dernier) pour obtenir une bonne nitration, nous n'avons eu recours à la solution d'argent que pour vérifier les cas douteux, et nous n'avons pas réussi toujours.

En présence de toutes ces difficultés, nous dûmes songer à employer une masse à injection pouvant s'allier facilement à la petite quantité de lymphe contenue dans les vaisseaux d'origine. Nous nous arrêtames en dernier ressort à la masse suivante, qui présente quelques avantages : une certaine quantité de gomme-gutte est délayée dans de l'eau distillée froide, puis mélangée avec une solution légère de gélatine. Le liquide est placé dans un bain-marie modérément chaud, et doit être injecté à peine tiède. Il faut éviter d'écraser la gomme-gutte, et agiter simplement le liquide de temps en temps pour l'étendre.

La masse, ainsi composée, ne transsude pas à travers les parois des vaisseaux, ne forme pas de coagulum avec la lymphe, et l'alcalinité des tissus ambiants, loin de la décolorer, lui donne au contraire une teinte un peu plus foncée. Au moment de l'injection, elle remplit les lymphatiques de moyen calibre ; si ensuite on maintient la pièce dans un endroit très chaud (par exemple dans une couveuse ou à proximité d'un poêle), on voit s'emplir peu à peu (durant deux à douze heures) les plus fines ramifications des réseaux lymphatiques.

suivant : la piqûre interstitielle étant faite, on passe d'abord un courant d'eau distillée bientôt suivi d'un courant d'une solution de nitrate d'argent; après cela on injecte de nouveau de l'eau pour laver, et puis de l'alcool à 90 degrés pour fixer. Les circonstances ne nous ont pas permis d'essayer le procédé de ces habiles expérimentateurs.

L'inconvénient de cette masse consiste en ce que la gomme-gutte ainsi emyloyée *en suspension* dans l'eau, est soluble dans l'alcool. Pour conserver nos préparations, nous avons dû adopter le procédé suivant : après l'injection, on laisse la pièce pendant quelque temps dans un endroit chaud (pas au delà de 40°), en ayant soin de la distendre suffisamment pour que les rides couvrant la surface de l'organe soient plus ou moins effacées; pendant ce temps, la masse pénètre dans les plus petites ramifications. Quand la superficie de l'utérus commence à prendre un aspect lisse qui indique un commencement de dessiccation, on découpe le morceau injecté, et on le tend à l'aide d'épingles sur un cadre de liège. On laisse alors sécher la pièce dans un milieu sec, mais pas trop chaud. Au bout de deux jours environ, on la divise en coupes, soit parallèles, soit perpendiculaires à la surface. Ces coupes sont alors éclaircies dans la térébenthine ou dans l'essence de pétrole (l'essence de girofle et la créosote ont l'inconvénient de jaunir la préparation), après quoi on les monte dans le baume de Canada. On peut les monter aussi (mais alors sans éclaircissement préalable) dans la glycérine.

Après avoir fait l'injection des lymphatiques soit au nitrate d'argent, soit au bleu de Prusse acidulé ou à la gomme-gutte, nous procédons immédiatement à l'injection des vaisseaux sanguins avec la masse carminée et préparée suivant la méthode de M. Ranvier (1). Le meilleur procédé pour injecter les vaisseaux sanguins de l'utérus, est de pousser la masse dans l'aorte, après avoir lié les vaisseaux des membres inférieurs, et en se servant des appareils à pression continue (appareils de M. Latteux et de M. André). Cependant, comme nous faisions la plupart du temps nos injections dans les abattoirs, nous étions souvent dans l'impossibilité de nous servir de ces instruments. En conséquence, nous avons dû simplifier peu à peu les procédés d'injection; d'ailleurs, les résultats nous ont paru tout aussi satisfaisants.

(1) *Traité technique*, page 116.

Nous commencions par fixer une canule dans une des principales artères afférentes de l'organe (art. utérine). Ayant injecté ensuite quelques territoires lymphatiques par des piqûres sous-séreuses, nous poussions la masse rouge dans l'artère avec les précautions d'usage pour éviter d'injecter de l'air. Il est inutile de se servir de seringues volumineuses; la nôtre, qui avait environ la contenance de 16 grammes, s'est montrée parfaitement suffisante, même en opérant sur de grands animaux. C'est ainsi que sur l'utérus de la vache, par exemple, après avoir injecté à peu près 8 grammes de liquide, on voit déjà des taches roses se dessiner à la surface de la corne utérine correspondante; en continuant l'injection, on voit bientôt le liquide coloré suinter par les vaisseaux du ligament large; on les lie alors en masse (sauf l'artère par laquelle on injecte), et on poursuit l'injection jusqu'à ce que les gros vaisseaux du ligament soient remplis et distendus par le liquide.

Dans les cas où la contenance d'une seule seringue ne suffit pas, on place simplement une pince sur l'artère, et on remplit une seconde fois la seringue pour pouvoir continuer l'injection. Lorsqu'on ne veut injecter qu'une corne d'un utérus, on place une ligature en masse sur l'autre corne.

Contrairement à ce que disent quelques auteurs, il n'est pas avantageux de porter tout de suite la pièce injectée dans l'eau froide ou dans l'alcool. Mieux vaut la laisser à l'air pendant quelque temps. Nous avons remarqué que, lorsque la pièce était plongée dans l'eau froide ou dans l'alcool, immédiatement après l'injection, les vaisseaux capillaires superficiels paraissaient moins bien injectés, — la masse colorée étant en partie chassée des vaisseaux par la rétraction des tissus, sous l'influence du froid ou de l'alcool. Sur les préparations de pièces traitées de cette manière, on voit que la masse colorée est inégalement répartie dans la cavité des vaisseaux, ce qui peut donner une fausse idée de leur calibre. Au contraire, sur les préparations provenant de pièces qui étaient demeurées à l'air pendant quelque temps (trois heures), l'injection des vaisseaux se dessine bien plus régulièrement.

Pour voir la disposition des valvules des lymphatiques, apprécier leur nombre, leur forme, leur situation, il faut les examiner sur des pièces insufflées d'air. Pour cela on se sert d'une seringue quelconque, par exemple, celle de Pravatz. On introduit la canule comme pour les injections sous-séreuses, mais on emploie une pression un peu plus forte (il faut se garder pourtant de faire usage de pressions exagérées; passé certaines limites, on arrive à produire la rupture des vaisseaux et de larges bulles d'emphysème). Quand l'insufflation à réussi, on découpe la portion insufflée, en ayant soin de laisser sur tout le pourtour une bande de tissu où l'air n'ait pas pénétré (autrement l'air contenu dans les vaisseaux s'échapperait) (1). On tend alors la pièce sur un cadre de liège au moyen d'épingles plantées dans la zone non insufflée, et on plonge le tout dans l'alcool absolu. Le lendemain, on peut faire des tranches parallèlement à la surface; on les met de nouveau, pour quelque temps, dans l'alcool, et finalement on les monte à la glycérine, soit colorées au carmin, soit sans aucune coloration.

Il va sans dire que, lorsqu'on pratiquera les coupes, l'air s'échappera ; mais toujours il se trouvera des endroits où quelques vaisseaux et même des mailles entières resteront remplis d'air, grâce à l'action de l'alcool absolu. En outre, si la pièce a séjourné trois ou quatre jours dans l'alcool, les vaisseaux lymphatiques conservent le même aspect que lorsqu'ils étaient distendus, et restent visibles même quand l'air s'est échappé de leurs cavités. Dans ce cas, les lymphatiques sur les coupes se dessinent sous forme de traînées beaucoup plus claires que le tissu environnant. Ils contiennent de distance en distance des bulles d'air généralement allongées et arrêtées contre les valvules.

L'insufflation nous a le mieux réussi sur les matrices d'animaux pris aux derniers stades de la gestation, quand l'utérus n'est représenté que par une sorte de membrane lâche et peu épaisse. Dans l'utérus à l'état de vacuité, les parois sont denses

(1) Il ne faut pas s'inquiéter de la piqûre produite par la canule au moment de l'insufflation; il est inutile de la fermer, car elle s'efface d'elle-même, sitôt que la canule est retirée.

et fermes, et l'insufflation donne des résultats beaucoup moins nets. Il vaut mieux dans ce cas se servir d'organes ayant subi un commencement de putréfaction ; mais on réussira toujours moins bien sur des organes ainsi traités que sur des matrices fraîches et gravides.

III. — Arrivant à l'exposé des résultats obtenus, nous devons signaler d'abord la richesse extrême de la partie sous-séreuse de l'utérus en vaisseaux lymphatiques. Déjà la masse au bleu de Prusse acidulé nous avait montré un riche réseau sous-séreux, avec des mailles situées dans la partie la plus superficielle de l'utérus. Avec la gomme-gutte, malgré les inconvénients de cette masse à injection, nous avons pu constater non plus un simple réseau, mais un lacis très serré et fort irrégulier d'une richesse incomparable et échappant à toute description (1). Sur les préparations bien injectées à la gomme-gutte, on ne peut distinguer nettement les uns des autres les vaisseaux de la couche sous-séreuse touchant la couche musculaire et ceux qui existent plus superficiellement sous la séreuse ; les ramifications sont si nombreuses, leur enchevêtrement si inextricable, que c'est seulement sur des coupes extrêmement minces qu'on peut se convaincre qu'il y a là de véritables lymphatiques entrelacés et non un tissu spongieux, dont les lacunes seraient remplies par le liquide jaune de l'injection (2). Sur le dessin que nous présentons (Fig. 1 et 2), on aperçoit des vaisseaux lymphatiques plus fortement colorés (ce sont les plus superficiels), et ceux qui sont plus clairs appartiennent au réseau sous-séreux ; en même temps, on voit les vaisseaux sanguins, dont l'injection est assez bien réussie.

D'après ce que nous avons pu observer, nous sommes convaincus qu'il n'existe que très peu de capillaires sanguins entre la séreuse et les anses lymphatiques séreuses, et que les vaisseaux sanguins terminaux sont situés principalement entre

(1) Cette richesse paraît encore plus grande quand on examine la coupe horizontale, qui permet d'observer les lymphatiques superposés, profonds et superficiels.

(2) Les coupes horizontales doivent être très minces, autrement la coupe contiendra les lymphatiques appartenant à la couche musculeuse.

ces dernières et le réseau sous-séreux, plus profondément engagé.

On pourrait objecter que peut-être la dessiccation et la rétraction des pièces, ont contribué à faire paraître les mailles du réseau lymphatique plus serrées qu'elles ne le sont en réalité. Mais nous avons pu nous convaincre du contraire, aussi bien que toutes les personnes fréquentant le laboratoire, en examinant la même pièce successivement, aux différents stades de la dessiccation.

En présence de cette richesse en lymphatiques de la couche sous-séreuse de l'utérus, nous avons voulu apprécier leur quantité et leur capacité relativement à celles des vaisseaux sanguins.

On comprend les difficultés inhérentes à une pareille entreprise. Après plusieurs essais, nous avons eu recours au procédé suivant, qui, quoique encore imparfait, permet cependant d'obtenir une approximation à peu près suffisante. Nous le décrirons en détail, pour que le lecteur puisse juger par lui-même de la valeur des résultats obtenus par ce moyen.

Une coupe horizontale comprenant la couche sous-séreuse de l'utérus de la vache, ayant par conséquent une épaisseur de 24-30 centièmes de millimètre, et montrant les vaisseaux lymphatiques et sanguins aussi bien injectés que possible, est placée sous le microscope et observée à l'aide de l'oculaire quadrillé du compte-globules de M. Malassez. Avec le système n° 2 (Nachet), chaque carré représente une surface de 3,600 μ carrés. Prenant ensuite une feuille de papier quadrillé, tel que celui dont on se sert en architecture (papier quadrillé), on dessine sur ces carrés, tracés sur le papier, les vaisseaux lymphatiques et sanguins, tels qu'ils se présentent dans les petits champs quadrangulaires de l'oculaire.

Le papier doit contenir ainsi 16 carrés, dont chacun est divisé également en 3,600 carrés plus petits. Connaissant à l'avance la force de grossissement du système employé, on dessine les ramifications vasculaires, en ayant soin de mesurer le calibre de chaque vaisseau ; pour cela on substitue chaque fois à l'oculaire quadrillé un oculaire micrométrique, afin de faire la

mensuration exacte (il est évident qu'on s'assure préalablement à combien de divisions du micromètre objetif correspond la division du micromètre oculaire, ainsi que les carrés de l'oculaire quadrillé): la pièce, étant fixée sur la platine du microscope, ne se dérange pas ; et après avoir fait la mensuration du calibre du vaisseau, on remet l'oculaire quadrillé.

On peut tracer les vaisseaux sanguins à l'aide d'un compas dont les deux bouts sont pourvus de crayons, et que l'on rapproche suivant le calibre du vaisseau ; d'un seul trait on dessine à la fois les deux bords du vaisseau.

Quand on a ainsi dessiné, en se servant d'une autre couleur pour chaque ordre de vaisseaux, tout le réseau contenu dans un carré (cette opération ne demande pas plus d'une demi-heure, une fois qu'on a acquis une certaine habitude), on déplace la préparation et on dessine un carré voisin, et ainsi de suite ; on parcourt de la sorte une certaine étendue de la pièce.

Après, il ne reste plus qu'à compter combien de petits carrés correspondant à un millième de millimètre, se trouvent sur la surface occupée par les vaisseaux lymphatiques et sanguins. Comme le volume des lymphatiques est assez grand, il comprend toujours un certain nombre de grands carrés contenant chacun trois mille six cent petits. A mesure qu'on les compte, on les couvre d'une couche de couleur un peu plus foncée qu'auparavant, ou on fait des marques avec le crayon pour ne pas se tromper et ne pas compter plusieurs fois le même endroit.

Le calcul terminé, on établit une moyenne.

Procédant ainsi, nous avons obtenu le résultat suivant (sur l'utérus de la vache, dont les lymphatiques étaient injectés à la gomme-gutte, et les vaisseaux sanguins à la masse gélatineuse carminée) :

Dans une certaine étendue du tissu sous-séreux avec le péritoine et les vaisseaux lymphatiques superficiels et profonds, on a, sur *trente parties* de ce tissu (1), 5,4 °/₀ pour

(1) Pour cuber la capacité relative des vaisseaux lymphatiques et sanguins et du tissu environnant lui-même, nous avons admis que le diamètre des lymphatiques, étant

les lymphatiques, et 0,8 °/₀ pour les vaisseaux sanguins.

En parcourant avec un curvimètre les vaisseaux sanguins et lymphatiques tracés sur nos carrés, nous avons trouvé que le sang parcourt un trajet qui égale vingt fois et demie la longueur de l'étendue de tissu qu'il nourrit, et la lymphe, se trouvant dans la pièce environ six fois plus abondante que le sang, parcourt une distance cinq fois et demie plus grande que la longueur de la pièce.

Lorsqu'on considère la grande quantité de lymphatiques existant sous le péritoine et la position de certaines anses, à tel point superficielle que ces vaisseaux, remplis de liquide, soulèvent la séreuse et lui donnent un aspect chagriné, on est conduit à se demander si cela n'expliquerait pas pourquoi la lymphangite utérine est accompagnée presque constamment de péritonite ; on se rend compte ainsi de la gravité de cette affection, qui (dans sa période avancée) enveloppe, pour ainsi dire, tout l'organe d'une véritable nappe de pus. D'un autre côté, le petit nombre des vaisseaux sanguins existant au niveau de la séreuse peut expliquer en partie, la rareté des péritonites venant compliquer les phlébites utérines.

Ainsi que le démontrent les injections au bleu de Prusse, les lymphatiques, principalement les plus profonds, longent les paquets de faisceaux musculaires des cornes de l'utérus, et sur les coupes transversales se présentent comme des espaces triangulaires très bien figurés par M. Leopold. Les lymphatiques en anses qui se trouvent situés plus superficiellement, affectent une disposition absolument irrégulière.

Les lymphatiques de l'utérus sont pourvus de valvules différemment constituées, suivant le calibre des vaisseaux correspondants. Dans les lymphatiques dont le diamètre ne dépasse pas 50 μ au plus, les valvules ne sont que des sortes d'étranglements circulaires ou demi-circulaires des parois, qui n'obstruent pas la cavité du vaisseau (1). Dans les vaisseaux

comprimé, correspond à 88 μ, et celui des vaisseaux sanguins à 20 μ; l'épaisseur de la pièce entière est de 240 μ.

(1) Leur rôle consisterait donc à ralentir seulement le cours de la lymphe.

d'un calibre plus fort, les rétrécissements circulaires (à direction rarement oblique) sont plus prononcés, et le vaisseau rempli d'air présente l'aspect d'un boudin cloisonné. Ce n'est que dans les troncs d'un calibre double des premiers qu'on voit de véritables valvules s'ouvrant dans une seule direction. Elles sont placées principalement à la limite des parties renflées du vaisseau, mais aussi quelquefois dans les renflements, et même dans les points où le vaisseau est assez régulièrement calibré. Le nombre des valvules est beaucoup moins considérable que le nombre des rétrécissements ; ceux-ci se trouvent non seulement dans les lymphatiques d'un petit volume, mais on les voit çà et là sur les parois des vaisseaux de différents calibres. Dans les petits vaisseaux, ils sont distants de 60 à 80 μ l'un de l'autre. Outre les valvules circulaires, il y en a d'autres placées obliquement ; celles-ci, quand elles sont assez rapprochées l'une de l'autre, donnent au lymphatique l'aspect d'un tube contourné en spirale autour de son axe ; cette disposition nous a paru surtout évidente dans les troncs plus gros.

Les rétrécissements, aussi bien que les valvules, sont quelquefois doubles, ou bien à côté d'une valvule on observe un rétrécissement, le plus souvent demi-circulaire. De sorte que non seulement les trois types de valvules peuvent être observés dans les lymphatiques de la couche sous-séreuse, suivant le calibre des vaisseaux, mais, même sur un seul lymphatique d'un certain volume, on peut trouver réunies les trois espèces.

Les vaisseaux sanguins sont logés au-dessous du réseau lymphatique sous-séreux, et quelques rares ramifications seulement passent au-dessus des anses lymphatiques séreuses dans les endroits où celles-ci descendent pour se relier aux lymphatiques plus profonds. Les artérioles et les veinules, ayant des directions très variables, suivent quelquefois les vaisseaux lymphatiques ; mais en général les vaisseaux sanguins de la partie sous-séreuse de l'utérus ne sont accompagnés ni d'un ni de deux troncs lymphatiques, comme l'ont dit quelques auteurs (1).

(1) On se rappelle que le trajet des lymphatiques est beaucoup moins long que celui des vaisseaux sanguins.

Examinant l'endothélium des lymphatiques traités par le nitrate d'argent, on aperçoit souvent, aux endroits où se touchent plusieurs cellules endothléiales, de petits espaces plus ou moins arrondis à contours bien limités par le dépôt métallique (Fig. 5). Souvent ces espaces ne représentent que des cercles à bords réguliers, ou bien, quand ils sont plus étendus, leurs bords sont un peu crénelés. Ces espaces ont été diversement interprétés par les auteurs. En réalité, ce ne sont que des étranglements accidentels, des prolongements fort irréguliers que dessinent les bords des cellules endothéliales des vaisseaux lymphatiques; aussi ne les trouve-t-on pas dans les autres endothéliums. Nous avons représenté (Fig. 5) d'après nos préparations différents stades de ces sortes d'étranglements accidentels, depuis une simple anse jusqu'à la formation d'espaces tout à fait séparés en apparence.

Pour ceux qui persisteraient à considérer ces espaces comme des cellules jeunes, il suffit de rappeler que, même les plus grandes parmi elles sont dépourvues de noyaux. Il est tout aussi évident que ce ne sont pas des lacunes ou des enfoncements entre les cellules (1). Sans vouloir aborder ici la question relative aux interstices et aux stomates lymphatiques décrits par certains auteurs, nous nous permettrons de faire ici une simple remarque. Dans nos expériences, nous avons constaté, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, l'extrême facilité avec laquelle se rompent les parois des lymphatiques, surtout de ceux qui ne sont pas entourés d'un tissu plus ou moins résistant, ceux par exemple qui sont placés à proximité des vaisseaux sanguins et dans la couche sous-muqueuse (le tissu conjonctif sous-séreux, quoique très faible, est cependant plus compacte). La formation d'une boule résultant de ces déchirures est un accident des plus ordinaires dans les injections de lymphatiques. Il peut donc arriver que la masse injectée s'échappant

(1) Il ne faut pas confondre ces espaces avec les petits cercles ou points plus foncés, qui se trouvent épars sur l'endothélium de n'importe quel vaisseau ou du péritoine, et qui peuvent être considérés comme de petits amas de nature albuminoïde colorés par le nitrate d'argent; non plus qu'avec d'autres irrégularités d'une nitration mal réussie.

d'un vaisseau crevé vienne s'épancher dans les interstices du tissu environnant, suivant qu'elle trouve plus ou moins de facilité à en écarter les éléments constituants (1). Si la masse injectée contient du nitrate d'argent, on voit ça et là sur les parois, plusieurs de ces interstices des cellules endothéliales, que nous avons peine, pour notre part, à considérer comme discontinues ; nous rapportons plutôt ces apparences à des déchirures.

Dans les cas d'injection sous-séreuse bien réussie, on voit que, les lymphatiques de la couche sous-séreuse une fois remplis, la masse pénètre dans les branches lymphatiques qui se distribuent à la couche musculaire, et c'est de ces dernières, et non des lymphatiques sous-séreux, que partent les gros troncs collecteurs se dirigeant vers les ligaments larges. Il est généralement admis que les lympathiques utérins prennent naissance dans la couche muqueuse et vont de là vers la superficie de l'organe, d'où ils descendent en gros troncs dans les ligaments larges. Or, on ne peut pas considérer les lymphatiques de la couche sous-séreuse comme faisant suite aux lymphatiques de la couche musculeuse. Ils semblent plutôt constituer un *réseau à part*, qui se relie, au niveau de la couche musculeuse, au système lymphatique de cette dernière ; la lymphe ainsi mêlée descend vers les ligaments larges (2).

On peut donc supposer que les lymphatiques sous-séreux ont une destination spéciale : serviraient-ils à recueillir la lymphe provenant de la cavité péritonéale, pour la verser ensuite dans le réseau lymphatique des couches muqueuse et musculeuse ? Sans nous arrêter à ces considérations hypothétiques, nous nous bornerons à présenter sommairement le ré-

(1) Dans les utérus de vache, de jument, de brebis et de truie, la masse suit les interstices séparant les groupes de faisceaux musculaires, se portant de préférence dans les points où il y a du tissu conjonctif lâche en plus grande abondance, autour des vaisseaux sanguins par exemple.

(2) Il est à remarquer que la tunique musculaire de l'utérus (vache, brebis, jument) est constituée dans sa partie la plus externe, celle qui est contiguë à la couche sous-séreuse, par des éléments très rapprochés. Ces éléments forment à ce niveau un tissu extrêmement dense, représenté sur les coupes transversales par une bande d'environ 300 μ d'épaisseur, se colorant en jaune par le picro-carminate.

sultat de nos recherches, entreprises dans le but d'élucider le mécanisme en vertu duquel s'opère le passage des liquides introduits dans la cavité péritonéale, dans les parois de l'utérus.

Nous avons injecté dans la cavité péritonéale de cobayes différents liquides colorés par des substances finement pulvérisées, telles que le carmin précipité, le vermillon, etc. Après avoir sacrifié l'animal (2 à 6 jours après l'injection), nous avons trouvé dans l'utérus, dans les interstices des faisceaux musculaires, des traînées de globules de pus provenant évidemment de l'inflammation de la séreuse, survenue à la suite de l'injection colorée (Fig. 6). Il est vrai que ce fait peut être expliqué par l'imbibition physique ; nous n'avons pas remarqué sur nos préparations qu'il y eût des ouvertures s'ouvrant dans la cavité péritonéale. Nous ferons observer cependant que nous avons beaucoup de préparations provenant de pièces dont les lymphatiques de la couche sous-séreuse avaient été injectés soit au bleu de Prusse, soit au nitrate d'argent, et sur lesquelles on voit de très petites et très minces traînées, colorées par la masse injectée (Fig. 3), se diriger des vaisseaux lymphatiques vers la surface libre, semblant ainsi traverser la membrane séreuse. On peut à la vérité les attribuer à des déchirures des vaisseaux lymphatiques, quoique leur distribution assez régulière et leur direction puissent éveiller l'idée de l'existence de communications directes reliant la cavité péritonéale aux lymphatiques utérins.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Fig. 1. — Lymphatiques injectés au bleu de Prusse de la couche sous-séreuse de l'utérus de la brebis. Les lymphatiques profonds sont représentés plus clairs que les ramifications séreuses. On voit la communication de ces branches avec les lymphatiques profonds. Oc. N° 1. Obj. N° 1. Nachet. Coupe horizontale.

Fig. 2. — Les mêmes vaisseaux lymphatiques injectés à la gommegutte ; les branches superficielles sont plus foncées. Oc. N° 1. Obj. N° 1. Nachet. Coupe horizontale.

Fig. 3. — Coupe transversale de la pièce qui a servi à faire la préparation représentée sur la fig. 1.

a. Lymphatiques sous-séreux.

b. Branches lymphatiques séreuses.

c. Couche musculeuse.

d. Stries fines colorées par la masse bleue.

e. Coupe triangulaire d'un vaisseau lymphatique se trouvant dans un interstice musculaire.

Fig. 4. — Lymphatiques insufflés d'air.

a. Étranglements incomplets, demi-circulaires.

b. Étranglements circulaires.

c. Valvule bien formée, ouverte.

Fig. 5. — Cellules endothéliales lymphatiques.

a. Étranglements incomplets des bords.

b. Étranglements incomplets des bords, sphères et taches opaques provenant des impuretés de la nitration.

c. Étranglements complets des bords.

Fig. 6. — Coupe transversale de l'utérus d'un cobaye, dans la cavité péritonéale duquel a été injectée une solution de carmin dans du sérum frais. Les traces du carmin sont représentées en jaune.

NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR

LE DÉVELOPPEMENT ET LES MÉTAMORPHOSES

DES

TÉNIAS DES MAMMIFÈRES

Par Pierre MÉGNIN

Lauréat de l'Institut (Académie des Sciences).

(PLANCHES XIII, XIV, XV et XVI.)

Il y a trente ans à peine que l'on sait que les vers vésiculaires, considérés auparavant comme des espèces parasitaires définies, ou des ténias égarés et par suite malades et hydropiques, sont des états transitoires, de véritables larves de vers cestoïdes (note A). C'est à MM. Van Beneden, Küchenmeister, de Siebold, Leuckart, Haubner, etc., que l'on est redevable de cette démonstration. En effet, ces savants naturalistes ont montré qu'en faisant avaler à certains carnassiers les vers vésiculaires de certains herbivores, on voyait se développer, dans les intestins des premiers, des vers rubanés exactement semblables à ceux qu'ils nourrissent habituellement : c'est ainsi que le *cysticercus pisiformis* du lapin ingurgité au chien devient dans ses intestins le *Tænia serrata*; que le *cysticercus fascioluris* de la souris ou du rat donne le *Tænia crassicollis* du chat; et enfin le *cysticercus cellulosæ* du porc devient le *Tænia solium* de l'homme. De ces expériences on a conclu, — ce qu'elles démontrent clairement, — que les vers vésiculaires sont des larves de ténias, mais encore *qu'il y a nécessité absolue* que les vers vésiculaires fussent dévorés pour qu'ils arrivassent à leur entier développement, à l'âge adulte. L'origine des ténias des carnassiers, qui sont caractérisés, comme on sait, par la présence d'une couronne de crochets au sommet de la tête, — ce qui leur vaut l'épithète de *ténias armés*, — s'explique rationnellement

de cette façon ; mais que devient l'inflexibilité de cette règle, si on cherche à l'appliquer aux ténias des herbivores, aux *ténias inermes*, ainsi nommés à cause de l'absence de crochets qui les caractérise, et dont M. E. Blanchard a fait son genre *Anoplocéphalum ?*

Voici comment un des auteurs qui ont posé cette règle cherche à échapper à l'objection capitale tirée du genre d'alimentation de ces espèces animales : « S'il est indispensable que les ténias aient vécu d'abord à l'état de *scolex* dans un organisme autre que celui chez lequel on les trouve ordinairement, et s'il faut, de plus, que l'herbivore ait été la proie d'un carnassier pour que le *scolex* soit transporté dans l'intestin où il doit se transformer en *strobile*, comment se fait-il que l'on rencontre fréquemment des ténias dans l'intestin des herbivores, comme le cheval, le bœuf, le mouton, le lapin, qui n'ont pourtant pas l'habitude de se nourrir de proie vivante ou morte? Jusqu'à présent les observations directes manquent absolument pour résoudre la question d'une manière certaine. Quelques auteurs pensent, sans que cela soit encore démontré, que les ténias inermes, comme ceux des herbivores, pénètrent dans l'organisme avec les boissons. On peut cependant croire que quelques-uns au moins de ces parasites sont destinés à subir des métamorphoses, et à accomplir des migrations tout aussi bien que ceux des carnassiers, car, dans l'œuf, leurs embryons (ceux du *Tænia perfoliata* Gœze, par exemple) sont pourvus de crochets qui, ainsi que nous l'avons vu, doivent être pour eux des organes de locomotion. Il resterait à déterminer chez quelles espèces animales les *pro-scolex* doivent pénétrer, et comment les *scolex* qui en résultent passent dans l'intestin d'un herbivore. Jusqu'à présent cela n'a pas été fait, mais, sans rien dire de positif à cet égard, nous pouvons ajouter qu'il ne serait pas impossible que les *pro-scolex* eussent le pouvoir de vivre d'abord chez certains insectes ou d'autres animaux inférieurs, et que ceux-ci fussent pris accidentellement par les herbivores avec leurs aliments naturels; car, ainsi que le fait observer M. Colin, dans son traité de physiologie, nos bestiaux prennent

sans répugnance (!) les sauterelles qui dévastent les prairies vers la fin de l'été, et l'on peut ajouter qu'il en est de même pour d'autres insectes (1). »

Depuis douze ans que les lignes ci-dessus sont écrites, personne n'a pu voir encore dans les limaçons ou les sauterelles des prairies les *scolex*, origine supposée des ténias des herbivores. Du reste, lorsqu'une règle, poussée à ses conséquences extrêmes, conduit, pour être soutenue, à l'admission d'une hypothèse aussi problématique que celle du goût des ruminants pour les insectes, l'infaillibilité de cette règle est bien compromise. Nous pouvons dire dès à présent que cette règle est plutôt une exception, et que la vraie règle est que les ténias peuvent suivre toutes les phases de leur développement dans le même animal, depuis l'état de *pro-scolex* ou d'embryon hexacanthe jusqu'à celui de *proglottis* ou *cucurbitains* remplis d'œufs, en passant par les états intermédiaires d'hydatide ou larve vésiculaire, de *scolex*, puis de *strobile* ou état rubanaire. En un mot, les migrations, par l'intermédiaire des carnassiers, qu'on a crues jusqu'à présent indispensables et le seul moyen pour les ténias d'arriver à l'état adulte apte à la reproduction, ne sont qu'un deuxième moyen, parallèle au premier, employé par la nature pour mieux assurer la conservation de l'espèce.

Un certain nombre d'observations, dont la plus ancienne date de huit ans, nous ont donné la preuve de l'exactitude de la proposition que nous venons d'énoncer. Nous allons les relater brièvement.

ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT DU *Tænia perfoliata* (Gœze) DU CHEVAL.

Première observation. — Le 19 avril 1872, un jeune cheval d'origine vendéenne, âgé de quatre ans, arrivé depuis trois mois à peine au régiment, mourait dans notre infirmerie après plusieurs heures de souffrances atroces causées par une péritonite

(1) Baillet, art : HELMINTHES du *Nouveau Dictionnaire vétérinaire*, de MM. Bouloy et Reynal, t. VIII, Paris, 1866.

des plus aiguës. L'autopsie, faite immédiatement après la mort, nous montrait les lésions suivantes :

Rougeur et injection de la séreuse péritonéale, surtout dans ses parties péri-viscérales ; épanchement séreux trouble jaune-brunâtre d'une importance d'une dizaine de litres, tenant en suspension des flocons pseudo-membraneux, opalins, verdâtres, et *d'une assez grande quantité de particules alimentaires herbacées.* — Cette dernière particularité nous indiquait une communication accidentelle de l'intérieur du tube digestif avec le sac péritonéal. — En effet, après avoir exploré avec soin l'estomac, qui était surchargé et distendu, mais intact, l'intestin grêle depuis le duodenum jusqu'à l'ileon, arrivant à cette dernière portion du viscère, nous y trouvons les lésions suivantes : d'abord une déchirure longitudinale, à bords frangés, violacés, maculés de sang coagulé, présentant en un mot tous les caractères d'une lésion *ante mortem*, d'une étendue, à l'extérieur, de sept centimètres et demi, ayant sa commissure postérieure à deux centimètres de la terminaison iléo-cœcale et occupant le milieu de la face droite de l'intestin (Planche XIII, fig. 1 A); au pourtour de cette ouverture adhèrent de fausses membranes mélangées de matières chimeuses, ce qui prouve que c'est par cette ouverture que se sont échappées les matières alimentaires, dont l'arrivée dans la cavité pèritonéale a été la cause déterminante de la péritonite à laquelle a succombé l'animal. — Notons que cette déchirure ne communique avec l'intérieur de l'intestin que par une petite ouverture donnant à peine passage au doigt indicateur, et qu'un large lambeau de muqueuse flotte entre ses lèvres. — A côté de cette déchirure, et tout à fait à l'insertion du mésentère, se trouvent, côte à côte, deux tumeurs de volume à peu près égal, celui d'un marron, molles, dépressibles, et donnant la sensation d'une poche vide (Pl. XIII, fig. 1 B, C). La partie de l'iléon qui est le siège de ces lésions, frappe par sa rigidité et sa consistance, qui rappelle celle de l'œsophage du cheval vers le cardia. En fendant l'intestin, on se rend compte de la raison de cette consistance : en effet, la membrane charnue, surtout la partie constituée par les fibres circulaires, a

acquis une épaisseur d'un centimètre et plus, la lumière de l'intestin est très rétrécie à son entrée dans le cœcum et la valvule ileo-cœcale est très hypertrophiée (Planche XIII, fig. 2). Mais, ce qui frappe le plus, après avoir ouvert cette portion d'intestin, c'est la présence d'une foule de petits vers plats de diverses grandeurs comprises entre 5 ou 20 millimètres, et adhérant à la muqueuse (fig. 2, AA); nous en comptons 53 sur une longueur de trois décimètres en avant de la valvule ileo-cœcale. A 45 millimètres en avant de cette même valvule, se voit l'ouverture correspondant à la déchirure extérieure (Planche XIII, fig. 2, B); elle est remarquable, comme nous l'avons déja dit, par son peu d'étendue, car elle ne mesure que 15 millimètres dans son plus grand diamètre, et la muqueuse qui recouvre ses bords est fortement refoulée en dehors sous forme de lambeaux déchiquetés. A côté de cette ouverture principale, on en remarque deux autres plus petites en infundibulum plissé en cul-de-poule (Planche XIII, fig 2, C D), dans lesquelles le bout du petit doigt ne pénètre qu'avec effort, et qui conduisent dans l'intérieur des deux tumeurs saillantes au dehors, et signalées plus haut. Ces tumeurs, qui sont de véritables poches pouvant se retourner comme des doigts de gant, montrent leur intérieur tapissé par une muqueuse d'un rose vif qui n'est qu'un diverticulum de celle de l'intestin; chacune de ces poches contient une dizaine de vers en tout semblables aux plus petits trouvés adhérents à la muqueuse intestinale. Tout près de la valvule ileo-cœcale, entre les ouvertures signalées plus haut et cette valvule, la muqueuse intestinale fait une saillie indiquant la présence d'une tumeur dans l'épaisseur des tuniques intestinales sous-muqueuses: c'est ce que le tact confirme pleinement, bien qu'aucune saillie ne se remarque à l'extérieur; cette tumeur ne communique pas avec la surface interne de l'intestin comme les précédentes; nous l'incisons pour en connaître le contenu (Pl. XIII, fig. 2, E), et nous pénétrons dans un kyste de la capacité d'une aveline, rempli d'une matière pâteuse semblable à de la craie à demi délayée, et dans laquelle l'examen microscopique nous montre, au milieu d'une gangue

de granulations fibrino-purulentes, une grande quantité de corpuscules calcaires, ovulaires, diaphanes, formés de zones concentriques, et mesurant depuis $0^{mm},015$ dans leur plus grand diamètre jusqu'à $0^{mm},020$, et enfin un grand nombre de crochets isolés en tout semblables à ceux qui arment la tête des scolex des échinocoques, c'est-à-dire se présentant sous deux grandeurs peu différentes, les uns mesurant $0^{mm},023$ de long, et les autres $0^{mm},020$ (fig. 3). Ces débris prouvent que le kyste en question a été occupé par un échinocoque qui y est mort.

Voici maintenant les caractères des petits vers plats contenus dans les deux poches ou éparpillés sur la muqueuse de l'iléon (Pl. XIII, fig. 2, AA, et Pl. XIV, fig. 10 et 12).

Tête tétragone assez épaisse, large de 2 millimètres 1/2 à 3 millimètres, portant en arrière quatre appendices lobulés arrondis (deux de chaque côté) qui la débordent en s'appuyant sur les premiers anneaux. Quatre ventouses circulaires assez saillantes fortement creusées au centre. Point de trompe ni de crochets. Corps ayant de 4 à 5 millimètres de largeur en arrière de la tête, s'élargissant brusquement chez les grands individus jusqu'à 8 millimètres pour se rétrécir ensuite comme une feuille, et se terminer tronqué, très finement denticulé en scie sur ses bords, et formé par des anneaux qui semblent appliqués les uns sur les autres comme les feuillets d'un livre, et n'adhèrant entre eux que suivant une ligne médiane transversale au grand axe du ver. Chacun des anneaux, détaché et mis à plat, est elliptique, ayant 5 à 8 millimètres de long sur 1 à 2 de large, mais aucun ne présente d'organes sexuels, et, l'examen microscopique ne montre qu'une masse charnue amorphe sans trace d'ovaire ni de testicule.

L'ensemble de ces caractères nous prouve que nous avons affaire à un ténia inerme très jeune, venant à peine de quitter la forme de *scolex* pour prendre celle de *strobile*. Sa tête a les caractères de celle du *Tænia perfoliata* (Gœze); mais ce n'est qu'après une deuxième observation, qui a une grande analogie avec celle dont nous venons de rendre compte, que nous avons été certain de l'espèce.

Deuxième observation. — Nous devons cette observation à un confrère de province, qui nous en a transmis les détails avec pièces à l'appui, il y a quelques semaines à peine.

Il s'agit d'un cheval mort à la suite de la formation d'un jabot de la dernière portion de l'intestin grêle et d'une péritonite consécutive, après plusieurs jours de malaise. La formation de ce jabot avait eu pour cause probable de nombreuses poches à ténias communiquant avec l'intérieur de l'intestin, groupées à côté les unes des autres, développées dans l'épaisseur des tuniques intestinales, et qui s'étaient exagérément dilatées sous l'influence de l'accumulation d'une grande quantité de matières alimentaires dans leur intérieur. C'est dans ces matières non digérées, ayant une odeur aigre de suc gastrique très prononcée, expulsées la veille de la mort de l'animal dans une débâcle, que notre confrère a constaté l'existence de plus d'une centaine de ténias de 6 à 7 centimètres de long.

Ces ténias, d'après les spécimens qui nous ont été adressés, ne sont autres que des exemplaires adultes du *Tænia perfoliata* (Gœze); on peut en juger par la description suivante et la figure que nous en donnons (Pl. XIV, fig. 11) :

Ver long de 6 à 7 centimètres, tête tétragone, large de 3 millimètres, épaisse de 2 millimètres, et haute de 1 millimètre et demi, portant en arrière quatre appendices lobulés, plats (deux de chaque face), qui la débordent et s'appuient sur les premiers anneaux; quatre ventouses circulaires assez saillantes fortement creusées au centre d'une fossette, toutes dirigées en haut; point de trompe ni de crochets. Absence complète de cou. Corps ayant de 4 à 5 millimètres de largeur en arrière de la tête, et s'élargissant ensuite progressivement jusqu'aux derniers anneaux, qui sont les plus larges, et qui ont de 11 à 12 millimètres; très finement denté en scie sur ses bords, et formé par des anneaux qui semblent appliqués les uns sur les autres comme les feuillets d'un livre (d'où le nom de *perfoliata*, feuilleté, qui a été appliqué à ce ténia), et qui n'adhèrent entre eux que suivant une ligne médiane transversale au grand axe du ver. Chacun de ces anneaux postérieurs, détaché et mis

à plat, est elliptique ayant de 11 à 12 millimètres dans le sens de la largeur du ver, et 2 millimètres seulement dans l'autre sens; sa partie médiane est occupée par une matrice simple, allongée dans le sens du grand axe de l'anneau, qu'elle remplit aux trois quarts, bourrée d'œufs sphériques qui ont un diamètre de $0^{mm},070$ à $0^{mm},075$, contenant une sphère vitelline n'ayant que $0^{mm},035$, rarement concentrique, ordinairement rapprochée d'un point de l'enveloppe externe de l'œuf, mais non en contact. Anneaux avec organe mâle évident et actif, ne se montrant que vers le milieu du ver; cet organe mâle, constitué par un testicule en ampoule, se continue par un pénis qui vient émerger dans un pore génital situé près du bord de l'anneau. Aux deux tiers postérieurs se montrent les anneaux hermaphrodites, et enfin au dernier quart sont les anneaux fécondés, dans lesquels l'organe mâle a entièrement disparu.

En récapitulant les faits établis par ces deux observations, nous voyons des échinocoques développés dans des cavités creusées dans l'épaisseur de l'intestin, l'une avortant dans un cas où la cavité n'a aucune communication avec l'intérieur du tube digestif, les autres donnant lieu à la tranformation strobilaire inerme des scolex, alors que la cavité qui les loge reste en communication avec l'intérieur de ce canal, et par suite en contact avec les liquides contenus dans cet organe. Ces faits prouvent donc que les scolex des échinocoques, peuvent se transformer en strobile, et par suite devenir adultes dans l'animal même où cette forme larvaire s'est développée, pourvu sans doute qu'il soit un herbivore et que la cavité où s'est faite ce développement reste en communication directe avec l'intestin ; il n'est pas indispensable, par conséquent, comme on l'a cru jusqu'à présent, que le scolex arrive dans un organisme étranger, pour pouvoir atteindre sa dernière phase de développement.

Le *Tænia perfoliata* est donc une forme adulte de l'échinocoque du cheval; et si nous disons *une* forme adulte, c'est que nous savons que des échinocoques avalés par des chiens, dans les

expérience de de Siebold et de Van Beneden, ont donné lieu, suivant ces expérimentateurs, au développement de petits ténias armés du volume d'un grain de millet, nommés par eux *Tænia echinococcus* ou *Tænia nana* (Pl. XIV, fig. 15).

Il s'ensuit donc qu'un très petit ténia armé, propre à un carnassier, n'ayant à l'état adulte que trois anneaux et une taille microscopique, et un ténia inerme particulier à un herbivore, ayant au contraire un nombre considérable d'anneaux, sont deux formes parallèles et adultes du même ver, et les différences immenses et caractéristiques qu'ils présentent ont pour cause exclusive la différence des milieux dans lesquels ils se sont développés.

Nous pouvons maintenant nous rendre compte de la manière dont les différentes métamorphoses et les diverses phases de développement de l'échinocoque du cheval se passent, et des conditions dans lesquelles elles s'exécutent pour arriver à donner les deux ténias qui en dérivent : Un œuf du *Tænia perfoliata* arrive dans l'intestin du cheval, apporté par les boissons ou les aliments herbacés, dans lesquelles ou sur lesquels un cucurbitain de ce ténia les a mis en liberté (note B); cet œuf éclôt et laisse sortir de ses enveloppes un embryon hexacanthe qui, en rampant sur la muqueuse au moyen de ses six crochets, cherche un refuge où il pourra, à l'abri et en tranquillité, subir sa deuxième transformation, celle d'échinocoque. S'il rencontre le conduit béant d'une glandule ou d'un follicule intestinal, il s'y introduit facilement en raison de sa petitesse (il n'a que $0^{mm},035$ de diamètre) ; il s'arrête sous la muqueuse ou dans les tuniques intestinales, et donne lieu à un ver vésiculaire qui atteint le volume d'une grosse aveline ou d'une petite noix, dimensions ordinaires de l'échinocoque du cheval; le développement de ce ver vésiculaire dans un follicule ou dans une glande entraîne l'agrandissement de ceux-ci en forme de poche, laquelle reste en communication avec l'intérieur du tube digestif. Dans ces conditions, l'hydatide, n'étant pas enfermée dans une prison étroite et close de toutes parts, est digérée, chacun de ces scolex ou têtes devient au bout d'un certain temps un individu

strobilaire inerme qui retourne dans l'intérieur de l'intestin, se fixe à la muqueuse par ses ventouses, et achève son développement rubanaire (note C).

Si la cavité dans laquelle l'embryon hexacanthe s'est introduit se ferme complètement pour une cause ou pour une autre, s'il est arrivé par les canaux biliaires dans l'intérieur du foie, ce qui est assez ordinaire aux echinocoques ; si, par les vaisseaux lymphatiques, dans lesquels il a pu pénétrer en dilacérant leurs parois avec ses crochets, ou peut-être par les veines, il s'est tellement éloigné de l'intestin qu'il en soit à jamais séparé, alors il végétera par bourgeonnement, si le tissu dans lequel il est arrivé s'y prête, pullulera sur place sans perdre sa forme vésiculaire (Pl. XIV, fig. 5), et finira par mourir sans progéniture si la dent d'un carnassier ne vient pas le sortir de sa prison, et lui permettre de prendre dans les intestins de son sauveur une forme adulte, très différente de sa forme normale, bien que destinée aux mêmes fins, c'est-à-dire à produire des œufs et à concourir ainsi à la conservation de l'espèce.

L'existence de deux formes adultes du même ver cestoïde, l'une ayant des crochets, l'autre en étant dépourvue, est le fait nouveau le plus frappant qui découle des observations rapportées plus haut : c'est celui qui étonnera le plus les personnes qui n'ont pas fait une étude approfondie des êtres inférieurs au point de vue biologique. Chez ces êtres, en effet, le dimorphisme et même le polymorphisme est chose extrêmement fréquente, on peut même dire habituelle; et, sans quitter la classe des vers, nous pouvons citer, comme exemple de polymorphisme encore plus extraordinaire que celui que nous venons de constater chez les ténias, la *Nereis Dumerilis* et l'*Heteronereis fucicola*, qui ne sont autres que deux cicles différents de développement d'une seule espèce, et cette même néréide présente des individus sexués et d'autres hermaphrodites, et parmi les sexués il y a deux formes : l'une, petite, agile, conformée pour la nage; l'autre, grande, lourde, ne pouvant que ramper au fond de la mer.

Chez des êtres beaucoup plus élevés en organisation que les vers, chez les crustacés et les arachnides inférieures et même chez les insectes, et en particulier chez les hémiptères, nous voyons à chaque pas des organes se modifier, apparaître ou disparaître suivant le besoin, suivant le milieu ou un changement dans le genre de vie, et cela dans la même espèce animale. Parmi ces êtres, et pour ne pas quitter le monde des parasites, nous citerons le curieux sarcopte psorique des oiseaux, nommé par M. le professeur Ch. Robin *Sarcoptes mutans*, chez lequel la femelle adulte, condamnée à l'immobilité pour le reste de son existence, perd ses ambulacres à ventouses, qui persistent chez le mâle parce que celui-ci a conservé la faculté de se déplacer. Nous citerons encore nos *hypopes* des tyroglyphes, qui, pendant leur phase hypopiale, perdent tous leurs organes buccaux, qui leur sont devenus inutiles, mais qui acquièrent des organes d'adhérence nouveaux, leurs ventouses sous-abdominales, qui leur sont nécessaires pour s'attacher aux insectes sur lesquels ils vont vivre pendant quelque temps, et qu'ils perdront ensuite lorsqu'ils quitteront définitivement leur vie vagabonde hypopiale pour reprendre celle de leurs parents les tyroglyphes.

Bref, comme nous le disons plus haut, le polymorphisme est la règle chez les animaux inférieurs, et ce polymorphisme est toujours le résultat de l'influence du milieu, ou commandé par des conditions particulières d'existence plus ou moins difficiles à déterminer.

Dans le cas particulier qui nous occupe, si nous cherchons quelles sont les causes déterminantes du dimorphisme chez les ténias des quadrupèdes, nous voyons que, chez les carnassiers, le ver passe de l'état vésiculaire à l'état rubanaire dans l'intérieur même de l'intestin, où il est ballotté dans un liquide toujours en mouvement et entraîné par les courants provoqués par les contractions péristaltiques du tube alimentaire; dans ces conditions, le scolex faible et débile, qui vient de perdre ses enveloppes dissoutes par les sucs digestifs, n'a pas trop de ses ventouses et des crochets dont il est armé pour s'attacher à la muqueuse et résister aux tiraillements auxquels il est continuel-

lement exposé. Chez les herbivores, au contraire, le ténia passe de l'état de scolex à l'état de strobile dans une loge où, tout en étant baigné par les liquides nutritifs, il est à l'abri des perturbations qu'entraîne la circulation intestinale, et qu'il est obligé de supporter dans l'intestin des carnassiers; ici les crochets sont inutiles, car il sera suffisamment fort et ses ventouses suffisamment développées quand il repassera dans la cavité intestinale de son hôte. Une autre conséquence de cette tranquillité pendant les premiers temps de son développement rubanaire, c'est la forme tassée, feuilletée, de l'ensemble de ces anneaux: en effet, il suffit de prendre un jeune ténia inerme, du cheval ou d'un herbivore quelconque, et d'opérer des tractions modérées et opposées à chacune de ses extrémités, pour voir immédiatement la forme des anneaux se modifier et prendre celle de chaînons allongés que présentent les anneaux des ténias des carnassiers, ce qui prouve que les tiraillements qu'ils éprouvent dans les intestins de ces derniers sont la cause déterminante de leur forme, et de la différence si grande en apparence qui les distingue de ceux des ténias inermes développés chez les herbivores.

Nous venons de voir que, chez le cheval, la condition indispensable pour que l'embryon du *Tænia perfoliata* arrive à son développement rubanaire complet, sans quitter son premier hôte, c'est que sa métamorphose vésiculaire pût s'opérer dans une loge creusée dans l'épaisseur des parois intestinales et restant toujours en communication immédiate avec la cavité de l'organe; nous pouvons conclure, par analogie, que c'est de la même manière que se développent tous les ténias que l'on rencontre chez les autres herbivores. Ce développement est loin d'entraîner toujours les conséquences fatales que nous avons constatées deux fois chez le cheval; il ne doit même être dangereux qu'exceptionnellement, car les anciens vétérinaires, Chabert en France et Grève en Angleterre, qui ont souvent rencontré des ténias chez les animaux domestiques, surtout chez le cheval, où ils sont toujours en grand nombre sur le même

sujet (1), ne parlent pas des accidents que la présence de ces vers aurait entraînés; Grève, qui dit avoir vu des milliers de ténias chez des chevaux vivants dans des pâturages humides, ajoute même que les ténias n'occasionnent aux chevaux ni coliques ni maladies (2). C'est qu'alors les loges dans lesquelles les ténias se sont développés, s'effacent insensiblement après leur sortie, et l'intestin revient à son diamètre uniforme, à sa forme normale.

Origine et développement du *Tænia pectinata* (Gœze) du lapin sauvage.

Chez le lapin sauvage, son ténia, inerme comme ceux de tous les autres herbivores, semblable à celui du lièvre, et nommé par le naturaliste Gœze *Tænia pectinata*, ne se développe pas seulement dans la cavité de l'intestin; il se rencontre aussi fréquemment dans la cavité péritonéale. Ce fait du développement d'un cestoïde à l'état strobilaire dans une cavité séreuse fermée de toutes parts, mais vaste, est unique jusqu'à présent chez les quadrupèdes, bien qu'il soit ordinaire chez certains poissons, puisque chez eux les *ligules* se rencontrent toujours dans la cavité abdominale en dehors des intestins (note D). Nous devons à plusieurs confrères et amis chasseurs, entre autres MM. les vétérinaires Weber, Rossignol, Recordon, Beucler, Andrieux et M. le lieutenant-colonel d'artillerie Laronce, d'avoir été mis au courant de ce fait en ce qui regarde les lapins de garenne; nous l'avons ensuite vérifié à plusieurs reprises dans les nombreuses autopsies que nous avons faites. Le lapin domestique ne nous l'a jamais présenté.

On savait que le cysticerque pisiforme, qui se montre souvent sous le péritoine à la surface des intestins et de l'estomac, et surtout entre les lames de l'épiploon, a été vu flottant et libre

(1) Chabert, dans son *Traité des maladies vermineuses chez les animaux domestiques*, Paris 1782, in-8° (2e édit., 1787), rapporte avoir compté quatre-vingt-onze ténias chez un seul cheval.

(2) B. A. Grève. — *Exp. et obs. sur les maladies des animaux domestiques comparées à celles de l'homme*, t. I, chap. VII, Oltenbourg, 1818.

dans la cavité péritonéale, même chez le lapin domestique; on n'avait pas attaché à ce fait d'importance, parce qu'on regardait ce cysticerque libre comme moins avancé en développement que le cysticerque enkysté, et que jamais, chez le dernier animal, qui sert si souvent de sujet d'expériences et qui est sacrifié en si grand nombre dans le laboratoire de physiologie, on n'a trouvé de ténia à l'état rubanaire en cet endroit. Il existe pourtant une relation intime entre la présence des cysticerques libres dans la cavité péritonéale du lapin sauvage et celle du ténia inerme adulte dans la même cavité : dans les nombreuses autopsies que nous avons faites d'animaux de cette espèce, nous avons pu recueillir toute une série de *scolex* libres de leurs enveloppes, en tout semblables à ceux qui sont renfermés dans les kystes du *cysticercus pisiformis*, mais à des degrés de développement plus avancés. Ces scolex sont pourtant armés de crochets, mais ils les perdent en prenant la forme strobilaire quand ils ne changent pas d'habitat, comme le scolex de l'échinocoque du cheval en passant à l'état de *Tænia perfoliata* dans les vacuoles de l'intestin de cet animal. On sait, par des expériences maintes fois répétées, que le scolex du *cysticercus pisiformis*, ingéré par le chien, devient dans les intestins de ce dernier le *Tænia serrata*; le *Tænia pectinata*, inerme, et le *Tænia serrata*, armé, sont donc deux formes adultes du même ver; et nous retrouvons ici la répétition du même fait que nous avons déjà constaté chez le cheval, à savoir : deux formes adultes très différentes du même ver, une particulière à un carnassier, l'autre particulière à un herbivore.

Dans la planches XV, nous représentons le *cysticercus pisiformis* enkysté (fig. 16 et 17), puis libre et flottant dans la cavité péritonéale du lapin. Il a d'abord la tête invaginée, comme quand il est dans son kyste (fig. 18 et 19); à une période plus avancée sa tête se désinvagine, devient saillante (fig. 20, 21 et 22) et se montre avec ses ventouses et sa double couronne de crochets (ceux-ci sont remarquables en ce que, chez les petits (fig. 23 B), la lame est séparée du manche, qui est court, par une *garde* bituberculée, tandis que, chez les longs (fig. 23 A), le manche est deux

fois plus long que chez les précédents, et la garde est formée par un tubercule simple). Cette tête a *un* millimètre de diamètre. Le corps, déjà bien plus grand que celui du cysticerque enkysté (fig. 17), et qui s'est encore allongé chez les individus à tête désinvaginée, commence à prendre la forme strobilaire, et est foliacé et plissé régulièrement, de manière à montrer le sectionnement en anneaux en voie de s'opérer. La vésicule caudale, qui a cinq à six fois la grandeur du corps chez le scolex encore enfermé dans son kyste, est de plus en plus réduite chez le scolex libre et tend à disparaître.

Dans la planche XVI nous figurons (fig. 25) un *Tænia pectinata* recueilli dans la cavité péritonéale d'un lapin de garenne. La tête est hémisphérique, a $0^{mm},45$ de diamètre, présente quatre ventouses nullement saillantes, un sommet arrondi sans tubercule central et sans couronne de crochets; elle se continue par un cou de même dimension, cylindrique, long de 1 millimètre, plissé transversalement, s'élargissant ensuite régulièrement en un corps aplati, qui, à un centimètre de la tête, présente une largeur de 5 millimètres; à 5 centimètres, une largeur de 8 millimètres, et à un décimètre, c'est-à-dire à son extrémité postérieure, 10 à 12 millimètres sur une épaisseur allant progressivement, d'avant en arrière, de 1/2 à 2 millimètres. Le corps est divisé en anneaux qui sont aplatis de dessus en dessous, pressés comme les feuillets d'un livre, à extrémités arrondies et minces, ce qui rend les côtés du ver finement divisés comme un peigne très fin. Ces anneaux n'adhèrent entre eux que par une ligne médiane étroite n'occupant que les deux tiers de la longueur de chaque anneau. Les anneaux du premier quart de la longueur du ténia sont asexués; ceux du deuxième quart sont mâles, présentant un pore génital qui s'ouvre en dessous d'une des deux extrémités; ceux du troisième quart sont hermaphrodites; enfin ceux du dernier quart sont bourrés d'œufs sphériques ayant 5 à 6 centièmes de millimètre de diamètre, remplis presque en totalité par un vitellus granuleux dans lequel on voit une vésicule germinative de $0^{mm},02$ de diamètre, d'autant plus distincte que l'anneau a séjourné plus

longtemps dans l'alcool, qui rend le vitellus diaphane d'opaque qu'il était avant.

Si nous comparons maintenant le scolex libre et flottant dans la cavité péritonéale du lapin de garenne et le ténia par lequel il s'est continué, et que nous trouvons au même endroit, nous voyons de grandes différences : sa tête a perdu ses crochets et s'est rétrécie de plus de moitié; par contre, son corps a deux fois décuplé en longueur et quintuplé en largeur. Cette modification considérable de la tête est un exemple de plus de l'application de ce principe, que nous voyons largement appliqué dans la nature : un organe inutile, qui ne fonctionne pas, se rappetisse ou disparaît plus ou moins rapidement. Ici, dans la cavité du péritoine, où le ténia n'avait pas à craindre d'être tracassé ou expulsé comme dans un intestin de carnassier, où les fonctions digestives sont très actives, la tête et ses accessoires, qui ne sont autre chose que des organes de fixation, d'adhérence, deviennent à peu près inutiles comme chez les ligules, qui vivent dans le péritoine des ciprins : aussi la tête du ténia inerme de la cavité péritonéale du lapin se rapproche-t-elle singulièrement par son volume de la tête des ligules.

Du reste, à chaque phase de leur existence, les modifications sont considérables chez tous les ténias. On les connaissait déjà pour la plus grande partie : ainsi l'embryon qui sort de l'œuf est d'abord un petit corps ovoïde, microscopique, infusiforme, muni de six crochets; à une deuxième phase, il devient un ver vésiculaire ou acéphalocyste, plusieurs milliers de fois plus volumineux que l'embryon, dont il a perdu les premiers crochets; à une troisième phase, la face interne ou externe de l'hydatide bourgeonne, et montre une ou un grand nombre de têtes ou scolex munis de quatre ventouses et d'une double couronne de nouveaux crochets; à la quatrième phase, toutes ces têtes ou scolex deviennent libres en se détachant de la vésicule mère, qui disparaît par résorption ou digestion; à une cinquième phase enfin, chacun de ces scolex a donné naissance à un strobile ou ténia rubané, qui garde les crochets du scolex, si le scolex a été transporté dans les intestins d'un carnivore ou d'un omnivore,

ou qui perd ces crochets de nouveau si, sans quitter son premier habitat, sa dernière métamorphose s'opère sans secousses dans une loge spacieuse en communication avec l'intestin, comme chez le cheval, et probablement chez tous les autres herbivores. L'exemple du lapin nous montre que, dans certains cas, cette transformation n'est pas arrêtée si le scolex est contenu dans une cavité naturelle close de toutes parts, comme la cavité péritonéale, où il vit aux dépens de la sérosité que cette cavité sécrète (voyez la note B).

Le ténia inerme d'un herbivore, qui s'est développé tranquillement, a parcouru toutes ses phases et accompli toutes ses métamorphoses sans avoir éprouvé aucune perturbation, ni avoir été soumis à aucun déplacement ou changement de milieu, représente pour nous l'état adulte et parfait d'une espèce. Le ténia armé qui lui correspond, et qui provient de la même larve cystique, représenterait alors, malgré la présence des organes sexuels et des œufs dans ses derniers anneaux, un ténia imparfait arrêté dans sa dernière transformation, et qui a conservé des caractères de la larve, à savoir, la double couronne de crochets du scolex. En effet, son transport dans l'intestin d'un carnassier, où il se trouve baigné dans un liquide beaucoup plus riche en principes nutritifs et animalisés que celui qui est contenu dans l'intestin d'un herbivore, a eu pour effet, sur cet être qui vit, à la façon des plantes submergées, en quelque sorte par imbibition, d'activer singulièrement le développement de ses anneaux, et surtout de ses organes de reproduction, et cela sans que la tête, ou l'organe d'adhérence, ait eu le temps pour ainsi dire de se modifier. Voyez le *Tænia echinococcus* développé chez le chien, il a à peine trois anneaux, et le dernier est déjà, non seulement sexué, mais rempli d'œufs; il n'est guère qu'un scolex devenu ovigère, et c'est bien là une vraie larve de ténia féconde et pondeuse. Il arrive ici ce qui se voit chez des êtres beaucoup plus élevés dans l'échelle animale que les ténias, par exemple chez les pucerons et les phylloxeras, surtout chez ce dernier, où plusieurs états encore incomplets, comme celui des femelles et des mâles

sexués, mais sans organes buccaux, et même de véritables larves, sont déjà chargés des fonctions de reproduction. On dirait que, dans ce monde des parasites, la nature soit pressée d'assurer non seulement la conservation de l'espèce, mais son extrême multiplication, et qu'elle s'empresse, avant qu'ils soient complètement développés, de les doter de fonctions de reproduction des plus actives. On sait, en histoire naturelle, et M. E. Blanchard le professe depuis longtemps, que l'apparition des organes sexuels et leur activité fonctionnelle ne sont pas toujours la caractéristique de l'état parfait : ainsi la vulgaire punaise des lits (*Cimex lectularia* L), qui est si féconde, si prolifique, ne dépasse pas, dans nos contrées, l'état de nymphe caractérisé par la présence de rudiments d'ailes, tandis que sous d'autres latitudes, sous un climat plus chaud, on a vu la même punaise acquérir des ailes complètes, comme les punaises des bois. Nous pourrions citer encore de nombreux exemples du même genre, surtout dans la classe des vers et dans celle des polypes.

De récentes autopsies que nous venons de faire, et de nombreuses récoltes de ténias obtenues à la suite de l'administration de différents ténifuges à des chiens, nous ont apporté des preuves nouvelles et des plus convaincantes à l'appui des vues que nous émettons plus haut, à savoir : que les ténias armés sont, malgré leur état sexué ou ovigère, des ténias imparfaits ayant conservé des parties caractéristiques de leur état larvaire, représentées par les crochets dont la tête du scolex est armée.

C'est ainsi que nous avons constaté que les *Tænia serrata*, fournis par les chiens de petite taille, comme les boules-terriers, sont plus petits que ceux rendus par les grands chiens de chasse ; leur taille est sensiblement proportionnelle à celle de l'animal aux dépens duquel ils vivent : nouvelle preuve de l'influence du milieu. Sur un même chien, mort d'une obstruction intestinale causée par des pelottes de *Tænia serrata* — (c'était un chien de garde-chasse, vivant principalement d'entrailles de lapin de garenne), — ces pelotes, dénouées et déployées, nous

ont donné soixante-treize individus complets ; mais tous ces individus étaient loin de se ressembler et d'être conformés d'après un modèle unique. En effet, tandis qu'une dixaine à peu près présentaient un corps régulièrement rubané, large de 5 à 6 millimètres, tous les autres étaient plus ou moins étroits, ayant une largeur comprise entre 2 et 4 millimètres ; plusieurs montraient des rétrécissements filiformes plus ou moins longs, unissant des séries d'anneaux de largeur à peu près normale ; le cou était plus étroit encore que la tête chez quelques-uns ; chez la plupart, il était aussi large et souvent même plus large. Les têtes se présentaient sous quatre types principaux tout à fait dissemblables : 1° la tête du premier type ressemblait à celle du scolex du *cysticercus pisiformis*, c'est-à-dire qu'elle était globuleuse, surmontée d'un tubercule saillant donnant implantation à la double couronne de crochets caractéristiques (fig. 29) ; 2° la tête du deuxième type commençait à s'éloigner du premier, en ne présentant plus qu'une couronne de crochets, la plus inférieure, formée par les crochets à manche court et à garde bilobée ; le cou, dans cette variété, était aussi large que la tête (fig. 30) ; 3° dans le troisième type, la tête, en forme de gland, ne présentait plus trace de crochets d'aucune sorte, et le tubercule de son sommet était en voie d'affaissement (fig. 31) ; ici aussi, le cou était aussi large que la tête ; 4° enfin, dans le quatrième type, non seulement la tête ne présentait plus aucune trace de crochets, mais le tubercule du sommet était remplacé par un creux en infundibulum (fig. 32). En somme, on pouvait constater, par l'examen comparatif des têtes de ces différentes variétés d'une même espèce, et même des membres d'une même famille de ténias développés au même lieu, c'est-à-dire dans l'intestin d'un carnassier, une tendance manifeste à se rapprocher de la forme parfaite inerme qui se montre chez le *Tænia pectinata* du lapin. C'est ce qu'on peut voir dans les préparations pour l'examen microscopique que nous conservons par-devers nous, et où nous avons mis côte à côte des spécimens des quatre types dont nous venons de parler (note E).

En résumé, des études et observations qui font l'objet du présent mémoire, nous concluons :

1° Que les ténias inermes des herbivores sont des ténias parfaits qui ont suivi toutes leurs phases, et subi toutes leurs métamorphoses chez le même animal;

2° Que les ténias armés sont des ténias imparfaits, quoique adultes, provenant des mêmes larves cystiques dont dérivent les premiers — (chaque ténia inerme ayant son correspondant armé), — mais transportées dans les intestins d'un carnassier ou d'un omnivore, où leur transformation dernière a subi, sous l'influence de ce même milieu, un temps d'arrêt caractérisé par la persistance de la couronne de crochets du scolex.

NOTES COMPLÉMENTAIRES

Note A (p. 225.)

M. le professeur E. Blanchard a été le premier à supprimer, dans la classe des vers, l'ordre des *Cystiques*, et à rattacher les parasites vésiculaires qui le constituaient au groupe des *Tœniens*. Il avait même soupçonné qu'ils n'étaient que des formes imparfaites, commencé des expériences démonstratives sur des chiens, expériences interrompues par des circonstances indépendantes de sa volonté, mais qui, reprises plus tard par Van Beneden, de Siabold, etc., ont été menées à bonne fin et suivies d'un succès complet. (Voyez le volume sur l'*organisation des vers*, traitant de la classe des Cestoïdes, page 160, faisant partie de l'ouvrage : *Recherches anatomiques et zoologiques faites pendant un voyage sur les côtes de Sicile et divers points du littoral de la France*, par MM. H. Milne Edwards, de Quatrefage et E. Blanchard, publié dans les *Archives du Museum*.)

Note B (p. 233).

Les embryons de téniadés peuvent avoir aussi pour origine les œufs sortis de cucurbitains détachés de ténias habitant encore les intestins ou la cavité du péritoine et éclos dans ces organes; c'est ce qui a été constaté chez l'homme et même chez quelques animaux, et il y a alors dans ce cas une véritable auto infection. (Voyez la discussion qui a eu lieu à la *Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle* à l'occasion de notre communication sur l'origine des Ténias inermes, dans le Bulletin de cette société publié dans le *Journal d'hygiène* de M. le Dr Vallin, numéro du 15 avril 1879.)

Note C (page 234).

Les embryons des ténias, en se logeant dans les follicules de l'intestin pour

y subir la première phase de leur développement, ne font que suivre en cela une règle générale applicable aux Helminthes intestinaux, et parfaitement mise en évidence en ce qui concerne les Nématoïdes par MM. les professeurs Ercolani et Vela. (Voyez les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, 1854, 1er volume, p. 779.)

Note D (p. 237).

On dit aussi, comme pour les ténias des mammifères, que les ligules, que l'on trouve dans la cavité abdominale des poissons, en dehors des intestins, sont des parasites imparfaits qui ont besoin, pour acquérir leurs organes génitaux, de passer par les intestins des oiseaux d'eau piscivores. Il y a pourtant des observations de Brullé, faites à l'occasion d'une épidémie de ligules sévissant sur les ablettes du canal de Bourgogne, dans lesquelles il a vu chez ces poissons, non seulement des ligules ovigères, mais ovo-vivipares, donnant naissance à de petites légules filiformes, longues de quelques millimètres, ressemblant à l'individu mère, si ce n'est que la partie du corps antérieure était plus élargie et plus épaisse que la partie opposée; il les compare, sauf la grosseur, aux spermatozoïdes de l'homme. (*Comptes rendus hebd. de l'Acad. des Sciences* 1854, 2e vol. p. 773.) Les *Tœnia pectinata* que nous trouvons dans la cavité péritonéale du lapin sont aussi parfaitement adultes et ovigères. Ainsi, pas plus pour les ligules des poissons que pour les ténias des mammifères, l'émigration dans un organisme étranger n'est nécessaire pour qu'elles arrivent à l'état adulte et parfait.

Note E (p. 243).

Dans une expérience faite sur un condamné à mort à qui on avait fait ingérer des cysticerques cellulaires, Küchenmeister, en rendant compte de l'autopsie faite peu de jours après, dit avoir trouvé de jeunes ténias de 4 à 8 millimètres de long, dont quatre, ornés de la couronne de crochets, *incomplète dans la première série chez l'un d'eux*, étaient des *tœnia solium;* six autres ténias semblables en tout aux quatre premiers, *sauf l'absence de crochets,* ont été aussi trouvés dans le mucus intestinal. (*Comptes rendus hebd. de l'Ac. des Sc.*, 1854, tome II, p. 1180.) Ce fait, sur lequel on ne s'est pas arrêté, prouve donc que chez l'homme, comme chez le chien, les ténias armés ont la même tendance à passer à l'état de ténias inermes; il a pour nous une extrême importance aussi bien que ceux sur lesquels passe si légèrement Van Beneden, en disant (*Comptes rendus hebd., Acad. Sc.*, 1854, tome Ier, p. 692), dans le compte rendu de ses expériences d'infection ladrique du porc, par l'ingestion d'œufs de ténias de l'homme, qu'il a trouvé des cysticerques développés à la surface du tube intestinal, mais que ces cysticerques ne donnent rien (!!). Les a-t-il suivis assez longtemps pour être autorisé à émettre une semblable affirmation? S'il avait laissé vivre *son porc* trois ou quatre mois de plus, qui dit qu'il n'aurait pas trouvé des ténias à la place de ces cysticerques des parois intestinales?

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XIII.

Développement du Tænia perfoliata *dans les intestins du cheval, d'après l'autopsie de la première observation du mémoire.*

Fig. 1. — Extrémité de l'intestin grêle montrant en A la déchirure provenant de la rupture des parois d'une tumeur kystique, rupture ayant établi une communication entre l'intérieur de l'intestin et la cavité péritonéale, et amené par suite une péritonite mortelle.

B et C, tumeurs kystiques développées à l'insertion du mésentère.

Fig. 2. — Même portion de l'intestin, fendue dans le sens de la longueur, et montrant en AAA de jeunes ténias inermes en voie de développement et adhérant à la muqueuse ;

D et C, ouvertures plissées faisant communiquer l'intérieur des tumeurs B et C (fig. 1) avec la cavité intestinale. Ces tumeurs contenaient des vers semblables à ceux figurés en A.A.A. (fig. 1);

B, ouverture faisant communiquer la déchirure C (fig. 1) avec l'intérieur de l'intestin ;

E, quatrième tumeur complètement fermée, contenant un magma terreux.

Fig. 3. — Spécimens des crochets et des corpuscules calcaires trouvés dans le magma terreux contenu dans la tumeur E (fig. 2), et prouvant que cette tumeur contenait un cadavre d'Échinocoque.

Planche XIV.

Fig. 4. — Un Échinocoque du cheval, de grandeur naturelle.

Fig. 5. — Un deuxième Échinocoque en voie de prolifération par bourgeonnement exogène.

Fig. 6. — Une portion de la surface interne d'un Échinocoque (grossissement : 45 diam.) montrant un groupe de scolex encore adhérents.

Fig. 7. — Coupe de profil de la tunique d'un Échinocoque (grossissement : 45 diam.) montrant ses différentes couches et sa membrane germinative, à laquelle adhère un groupe de scolex.

Fig. 8. — Un scolex d'Échinocoque encore invaginé (grossissement : 270 diam.).

Fig. 9. — Un scolex d'Échinocoque désinvaginé et libre (même grossissement)-

Fig. 10. — Premiers degrés du développement strobilaire du *Tænia perfoliata* du cheval (grandeur naturelle).

Fig. 11. — Un *Tænia perfoliata* adulte et parfait, grandeur naturelle.

Fig. 12. — Tête du même, vue sur ses trois faces (grossissement : 5 diam.).

Fig. 13. — Un anneau isolé et à plat du même (grossissement : 3 diam.).

Fig. 14. — Un œuf du même, vu à un grossissement de 220 diamètres, avec un embryon hexacanthe dans son intérieur.

Fig. 15. — Un *Tænia Echinococcus* du chien, d'après Van Beneden (grossissement : 15 diam.).

Planche XV.

Fig. 16. — Un *Cysticercus pisiformis* du lapin, de grandeur naturelle.

Fig. 17. — Une coupe longitudinale du même, vue au grossissement de 5 diamètres.

Fig. 18. — Un cysticerque pisiforme sorti de son kyste et libre dans la cavité péritonéale, ayant la tête encore invaginée. Même grossissement.

Fig. 19. — La tête du même, encore invaginée, vue au grossissement de 10 diamètres.

Fig. 20. — Un cysticerque libre à tête désinvaginée et plus avancé en développement que le précédent (grossissement : 5 diamètres).

Fig. 21. — Tête du précédent, vue de profil, au grossissement de 35 diamètres.

Fig. 22. — La même tête, vue de face, au grossissement de 45 diamètres.

Fig. 23. — Spécimens de crochets de la double couronne du précédent, vus de profil, au grossissement de 135 diamètres ;

A, grand crochet de la couronne supérieure.

B, petit crochet de la couronne inférieure, caractérisé par sa garde bilobée.

Fig. 24. — Corpuscules calcaires existant dans le corps du cysticerque (grossissement : 135 diam.).

Planche XVI.

Fig. 25. — *Tænia pectinata*, de grandeur naturelle, recueilli dans la cavité péritonéale d'un lapin de garenne.

Fig. 26. — Tête du même, au grossissement de 22 diamètres.

Fig. 27. — Un de ses anneaux, au grossissement de 4 diamètres.

Fig. 28. — *Tænia serrata* développé dans l'intestin d'un chien (grandeur naturelle).

Fig. 29. — Tête du précédent, première variété, c'est-à-dire à double couronne de crochets complète (grossissement : 22 diam.).

Fig. 30. — Tête du précédent, deuxième variété, n'ayant plus qu'une couronne de crochets, l'inférieure. Même grossissement.

Fig. 31. — Tête du précédent, troisième variété, privée complètement de crochets.

Fig. 32. — Tête du précédent, quatrième variété, privée de crochets et infundibuliforme.

Fig. 33. — Un anneau du même, avec les organes mâle et femelle (grossissement : 5 diam.).

Fig. 34. — Un œuf du même, avec sa double enveloppe, et montrant dans son intérieur un embryon hexacanthe (grossissement : 325 diam.).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES DENTS

DEUXIÈME MÉMOIRE (1)

MORPHOLOGIE DU FOLLICULE DENTAIRE
CHEZ LES MAMMIFÈRES

PAR LES DOCTEURS

Ch. LEGROS et E. MAGITOT

(PLANCHES de XVII à XXII.)

Parvenu à l'époque qui précède immédiatement le début de la formation de la couronne, le follicule est constitué par un certain nombre de parties incluses dans une paroi commune, le sac folliculaire.

Nous avons donc à décrire ici les caractères et la texture de chacune de ces parties.

En procédant de dehors en dedans, la dissection attentive permet de rencontrer :

1° La paroi folliculaire;

2° L'organe du cément (dans le follicule des dents pourvues de cément coronaire);

3° L'organe de l'émail;

4° Le bulbe ou organe de l'ivoire.

C'est la description de ces diverses parties composantes qui fait l'objet du présent travail. Disons toutefois que, pour des raisons

(1) Plusieurs années se sont écoulées depuis la publication du précédent mémoire, consacré à l'étude de l'*origine et de la formation du follicule dentaire* (voir dans ce receuil, 1873, p. 449). La mort de mon cher collaborateur et ami Ch. Legros est la première cause de ce retard. Entraîné par d'autres travaux personnels, j'ai été contraint, à mon grand regret, d'ajourner la suite des recherches de laboratoire commencées en commun. Je les reprends aujourd'hui, animé du double souci de satisfaire au vœu exprimé par Legros et de poursuivre la solution du problême physiologique que nous nous étions posé. E. MAGITOT.

que nous exposerons, nous ne suivrons pas rigoureusement cet ordre de superposition, celui que nous avons adopté nous ayant paru plus conforme aux conditions physiologiques réciproques des organes composant l'appareil folliculaire.

Le but que nous nous proposons est donc de tracer la description de l'état anatomique du follicule au moment où il est parvenu en puissance de formation de l'organe dentaire. C'est l'*état statique* du petit appareil qu'il représente. Notre troisième et dernier mémoire aura, à son tour, pour objet l'étude du fonctionnement du même appareil, c'est-à-dire la genèse de la dent, en un mot, l'*état fonctionnel ou dynamique* du follicule.

§ 1. — De la paroi folliculaire.

Lorsqu'on ouvre une mâchoire chez un embryon de mammifère à l'époque que nous venons de déterminer, on constate que les follicules de première dentition sont rangés en série régulière dans une gouttière commune qui ne présente pas encore à ce moment des subdivisions alvéolaires.

Ces follicules sont donc contigus, mais isolables l'un de l'autre, bien qu'ils conservent les deux adhérences qui les maintiennent, c'est-à-dire, d'une part, à leur base par le faisceau vasculo-nerveux du fond de la gouttière, d'autre part, à leur sommet avec la muqueuse, dont ils ne sont pas séparables sans déchirure (1). Or ce dernier point correspond à la région où se sont opérés divers phénomènes qui ont été décrits dans le mémoire précédent, et qui comprennent successivement : la rupture du cordon épithélial, la clôture du follicule et les proliférations ou bourgeonnements des débris du cordon.

Consécutivement à ces divers phénomènes, le tissu de cette région acquiert une densité beaucoup plus grande que les parties latérales, et l'on voit alors du sommet du follicule et de la

(1) C'est sur cette particularité qu'est fondé le procédé de préparation et d'isolement des follicules chez l'embryon. Il suffit, en effet, de détacher soigneusement la lame externe de la gouttière dentaire pour les découvrir, et l'on peut alors, avec un instrument mousse, les détacher du cordon vasculo-nerveux et les renverser au dehors. Ils apparaissent ainsi comme une série de grains suspendus à la muqueuse.

surface même de la paroi, s'élever des prolongements cellulaires, visibles même à un faible grossissement, et qui s'épanouissent vers la muqueuse en constituant au follicule une véritable insertion. Cette disposition justifie dans une certaine mesure l'hypothèse de Serres et d'autres auteurs sur l'existence du *gubernaculum dentis*. (Voy. pl. XVII, fig. 4, *a*.)

Cette adhérence du follicule à la face profonde de la muqueuse persiste jusqu'à l'éruption, et les follicules sont ainsi fixés dans leur situation réciproque, en exerçant mutuellement une certaine compression et un véritable aplatissement sur leurs points de contact.

A l'examen direct, lorsqu'on a isolé les follicules de la gouttière commune qui les renferme, on en aperçoit toutes les parties composantes comme si elles étaient libres, sans protection extérieure. (Pl. XVII, fig. 4.) C'est que la paroi propre qui enveloppe chacun d'eux offre une grande transparence qui ne s'affaiblit que plus tard, après le début de la formation de la couronne. Cette paroi devient alors un peu plus blanchâtre et opaline.

La dissection minutieuse permet toutefois d'isoler des organes sous-jacents une véritable membrane très fragile et tout à fait translucide, se déchirant également dans tous les sens. Elle est simple, et non divisible en plusieurs feuillets superposés, ainsi que l'un de nous l'avait admis antérieurement par erreur (1). Cette membrane ne paraît pas en effet plus résistante sur un point du follicule que sur l'autre. Cependant son épaisseur n'est pas partout identique, car sur une coupe de follicule durci on reconnait que de la base du bulbe d'où elle émane, cette paroi va s'amincissant sur les côtés. A la base, l'épaisseur est d'environ $0^{mm},08$, et au delà elle est en moyenne de $0^{mm},05$ à $0^{mm},06$.

Envisagée au point de vue de ses rapports, l'enveloppe folliculaire répond par sa surface extérieure à la paroi de la gouttière dentaire, à laquelle elle est directement contiguë sans interpo-

(1) Voir Magitot, *Développement et structure des dents*, thèse inaugurale. Paris, 1859, p. 15.

sition d'aucun périoste ou tissu quelconque. A la base elle est adhérente au cordon vasculaire par l'intermédiaire des rameaux nourriciers qui pénètrent dans la membrane, soit pour s'y ramifier, soit pour la traverser et se rendre dans le bulbe. Au sommet, elle répond, comme nous l'avons dit, à la muqueuse.

Par sa face profonde, elle est en contact avec la masse des organes contenus dans le follicule. Chez les espèces dépourvues de cément coronaire, cette face profonde est immédiatement contiguë à l'organe de l'émail, lequel, comme on sait, entoure complètement le bulbe, sauf à sa base étranglée en forme de col. Mais, chez les animaux dont les dents sont pourvues de cément coronaire, cette contiguïté de la paroi avec l'organe de l'émail n'existe plus, et un autre organe se trouve interposé entre eux : c'est *l'organe du cément*, organe parfaitement distinct et dissécable, ainsi qu'on le verra plus loin.

Étudiée au point de vue de sa texture, la paroi folliculaire se compose d'éléments embryonnaires, noyaux libres assez rares, corps fusiformes nombreux, tantôt isolés, tantôt anastomosés en chapelet. Ces divers éléments sont plongés dans une matière amorphe non granuleuse tout à fait transparente, constituant par son abondance relative la substance fondamentale du tissu.

Ainsi que nous l'avons dit, cette texture se modifie sensiblement à mesure des progrès de l'évolution. Elle devient peu à peu plus serrée ; des fibres du tissu conjonctif s'y développent ; la matière amorphe diminue de proportion, et la membrane acquiert une grande résistance. C'est vers l'époque de l'éruption que ces modifications sont le plus marquées ; elles préparent ainsi le passage de la paroi folliculaire à l'état de périoste dentaire.

Le sac folliculaire renferme un système vasculaire très riche : il provient de plusieurs branches qui se détachent du rameau de l'artère dentaire destiné au bulbe, et s'en séparent à la base même de celui-ci ; ces branches s'élèvent ainsi verticalement dans l'épaisseur de la trame cellulaire et s'y ramifient délicatement. Parvenues au sommet du follicule, où elles représentent des capillaires très déliés, elles s'anastomosent avec les extrémités

terminales des capillaires propres de la muqueuse, dans la région occupée par le cordon cellulaire, qui réunit celle-ci au follicule. Aucun tronc d'une notable importance ne se dirige toutefois de la muqueuse dans la paroi, et la totalité du réseau propre à celle-ci vient d'une source unique, des branches de l'artère dentaire. (Pl. XVII, fig. 1 et 4.)

Si l'on poursuit l'étude de l'état vasculaire de la paroi en observant à un plus fort grossissement une coupe de follicule chez un sujet jeune injecté au carmin, on arrive à saisir tout le système de ramification et de répartition capillaires qui apparaissent avec leur extrême richesse et leur disposition élégante. Lorsque la coupe intéresse à la fois la paroi folliculaire et la région de la muqueuse correspondante, on reconnaît que les vaisseaux de celle-ci, qui sont déjà d'une notable richesse, se ramifient d'une part jusque vers les papilles du derme au centre desquelles pénètre un ramuscule, et d'autre part s'anastomosent avec les terminaisons du réseau de la paroi. Toutefois, l'intensité vasculaire de la muqueuse s'accroît très notablement lorsqu'on s'éloigne de la couche de Malpighi, et il est aisé de reconnaître que les rameaux vasculaires les plus volumineux sont ceux qui occupent le voisinage de la paroi. (Pl. XVII, fig. 1.) Les derniers rameaux ont un mode de subdivision tout à fait particulier : ainsi, tandis que, par leur côté externe, il ne se détache que de rares ramuscules, le côté interne, celui qui répond au follicule, donne naissance à un réseau très fin et très serré qui se termine au voisinage même de la superficie de l'organe de l'émail par une disposition très régulière en anses égales et symétriquement rangées. (Pl. XVII, fig. 2.) Dans certains cas cependant, le réseau terminal perd cette régularité et fait place à une disposition reticulée moins nette de forme, mais également abondante et serrée. (Pl. XVII, fig. 1.) Cette variété d'aspect peut être attribuée à des différences dans le mode ou dans l'intensité de l'injection, et nous donne à penser que la conformation du réseau terminal en anses parallèles et égales est une disposition constante. Une figure schematique montre d'ailleurs (pl. XVII, fig. 3), les rapports réciproques de l'artériole

et de la veinule qui donnent naissance au réseau en question.

Quant aux nerfs, ils sont en très petit nombre, et émanent de quelques filets détachés du nerf dentaire au point d'insertion du follicule. On les rencontre dans toute l'étendue de la paroi jusqu'au sommet, qu'ils débordent même pour se perdre dans le tissu lamineux ambiant.

§ 2. — **Bulbe dentaire. Organe de la dentine.**

Bien que le bulbe dentaire ne soit pas directement sous-jacent à la paroi folliculaire, nous croyons devoir le décrire ici en second lieu, par cette considération que la paroi est une sorte d'émanation de sa substance et que les deux tissus sont en continuité directe.

Le bulbe qui, dès le début de sa formation, présente la forme conique ou unicuspidée, acquiert plus tard la configuration de la couronne future. Ce phénomène est accompli dès le moment où se clôt le follicule, époque qui précède immédiatement l'apparition des premiers actes formateurs des tissus dentaires proprement dits. Cette condition morphologique du bulbe à cette période, est d'ailleurs une nécessité physiologique, car on verra que les éléments de l'ivoire et de l'émail se groupent sur lui comme sur un moule qui fixe d'une manière invariable et définitive la forme de la couronne future.

Cet organe est situé au centre du follicule et séparé de la paroi, sauf à sa base, par l'organe de l'émail, qui l'entoure complètement, ainsi que nous l'avons vu, jusque sa portion rétréci ou col qui répond à son point d'implantation au fond de la gouttière. Par sa face extérieure, il n'a donc de rapport direct qu'avec l'organe de l'émail, qui est revêtu à sa face concave de sa couche de cellules épitheliales prismatiques dite *cellules de l'émail* (membrane adamantine). C'est donc avec les extrémités périphériques de ces cellules que se trouve directement en contact la surface du bulbe, tandis que par sa base il se continue avec le tissu embryonnaire, au sein duquel se trou-

vent les vaisseaux et nerfs, et sur les côtés avec la paroi folliculaire qui se détache de son pourtour.

Observé à l'œil nu, le bulbe a une coloration grisâtre ou légèrement rosée, demi-transparente, à surface lisse. Sa résistance est assez grande toutefois, et si l'on cherche a dilacérer le tissu à l'aide des aiguilles, on n'y parvient qu'avec peine en raison de la densité de la matière amorphe qu'il renferme.

Dans l'étude de la texture du bulbe nous introduirons, pour faciliter la description, une distinction à la fois anatomique et physiologique en plusieurs parties essentiellement différentes, bien qu'il n'y ait entre elles aucune délimitation; c'est : 1° le *tissu propre du bulbe;* 2° *sa couche superficielle.* C'est comme dépendance de cette dernière, que seront étudiées les *cellules de l'ivoire* ou *épithélium bulbaire*; 3° enfin, *les vaisseaux et les nerfs.*

A. — Tissu propre du bulbe.

La masse du bulbe constituée au début de sa formation par des éléments purement embryonnaires inclus dans une subsrance amorphe (pl. XIX, fig. 2), éprouve, par suite des progrès du développement, des modifications qui l'amènent à l'état anatomique que nous observons au moment de son entrée en fonctionnement.

La matière amorphe a sensiblement changé de densité : c'est elle qui donne à l'organe la résistance et l'aspect spécial que nous avons indiqués. Cette matière, tout à fait transparente à l'état frais, subit avec la plus grande rapidité l'influence des réactifs divers et même celle de l'eau distillée. Les premières modifications qu'on observe sont la perte de la transparence et le passage à l'état granuleux ; mais il est digne de remarque que ces réactions sont beaucoup plus rapides et plus marquées au centre de l'organe qu'à la périphérie dans la couche superficielle.

Les éléments anatomiques inclus dans cette matière sont des cellules fusiformes ou étoilées dont les prolongements s'anastomosent les uns avec les autres en formant une sorte de réseau

réticulé dans les mailles duquel se trouve renfermée la matière amorphe. Les cellules ont pour la plupart un noyau à contour net et brillant occupant tout le diamètre du corps cellulaire lui-même. Les noyaux ovoïdes ont une dimension de 0,^{mm}.007.

Cette constitution histologique du bulle (pl. XIX fig. 1), ne s'observe que très difficilement à l'état frais, et la coloration par le carmin ne suffit pas d'ordinaire à la mettre en évidence. Il est nécessaire, pour en marquer nettement les contours, de traiter une préparation par certains réactifs, et en particulier par le chlorure d'or ou le nitrate d'argent. On voit alors que la totalité de la substance du bulbe est formée invariablement des mêmes éléments, qui sont régulièrement disposés à intervalles à peu près égaux.

B. — Partie superficielle du bulbe.

La partie superficielle du bulbe, qui, pendant la première phase embryonnaire, présentait des éléments nucléaires régulièrement groupés jusqu'à la surface de l'organe, devient, à cette période du développement, le siège de modifications anatomiques très importantes, et qui justifient l'étendue relativement considérable que nous donnons à cette description.

Elle prend en effet, au moment où va se développer l'ivoire, une physionomie toute spéciale qui avait déjà depuis longtemps frappé l'attention des anatomistes, et était devenue parmi eux l'objet de nombreuses dissidences.

Ainsi Raschkow (1), qui l'a signalée pour la première fois, n'hésite pas à considérer le tissu du bulbe dentaire comme revêtu d'une véritable membrane, *membrana præformativa*. Cette idée a été adoptée d'une façon complète par Todd et Bowmann, Marcusen, Kolliker, etc. Ce dernier auteur pense même que cette membrane, soulevée d'une part par la production de l'ivoire, et traversée d'autre part de dehors en dedans par les

(1) *Meletemata circa mammalium dentium evolutionem.* Vratislaviæ, 1835, in-4, p. 5.

éléments de l'émail, devient finalement la pellicule qui revêt ce dernier, c'est-à-dire la *cuticule de l'émail* (1).

Dans un travail publiée en France, en 1860 (2), l'existence de la membrane préformative du bulbe a été complètement rejetée, et une étude très attentive a permis de conclure à une interprétation toute différente : La couche de matière amorphe qui déborde de 1 à 2 centièmes de millimètre la masse des éléments embryonnaires, forme en effet une zone claire, transparente, sans granulations, qui a l'apparence d'un vernis recouvrant l'organe. (Pl. XIX, fig. 1 et 3, *a*.) Elle est douée d'une densité plus grande que le tissu sous-jacent ; de sorte que, dans certaines manœuvres de dilacération par les aiguilles ou à la suite de macération dans l'eau, elle peut parfois se détacher en lambeaux membraniformes plissés finement. Mais ces lambeaux sont très irréguliers dans leur épaisseur, et représentent de véritables déchirures, sans offrir dans aucun cas l'aspect régulier d'une pellicule membraneuse. En outre, c'est dans l'intérieur même de cette couche hyaline que se montrent les premières traces des cellules de l'ivoire et qu'elles y accomplissent par la suite toutes les phases de leur évolution. Aussi peut-on constater, jusqu'au moment ou naît la première trace du chapeau de dentine, que cette bande de tissu amorphe déborde aussi bien en dehors qu'en dedans la couche des cellules de l'ivoire, lesquelles s'y trouvent ainsi entièrement contenues. (Pl. XIX, fig. 1 et 3.) Cette dernière disposition, qu'il est facile de vérifier par la dissection de préparations fraîches de bulbes, à un grosissement de 300 diamètres environ, constitue un argument péremptoire contre l'hypothèse de la nature membraneuse de cette substance.

C'est donc dans cette zone superficielle de matière amorphe que se trouve incluse la rangée des cellules spéciales dites *cellules de l'ivoire* ou *odontoblastes*, qui en occupent la partie

(1) Voir Todd et Bowmann, *Physiological anatomy*. London, 1847, in-8, p. 176. — Marcusen, *Bulletin de l'Acad. impér. de Saint-Pétersbourg*, 1850, in-8, t. VIII, p. 314. — Kolliker, *Histologie humaine*, trad, franç, 1856, p. 333.

(2) Robin et Magitot, *Journal de physiologie*, 1860, p. 304.

moyenne, tandis que, d'une part, elles sont surmontées d'une certaine quantité de substance qui les isole de la surface de bulbe, et que, d'autre part, elles recouvrent à leur tour une autre couche d'éléments particuliers, cellules à forme spéciale désignées sous le nom de *stratum* ou *substratum* des cellules de l'ivoire.

Par cette distinction, on peut considérer et décrire successivement trois étages à cette couche superficielle :

L'étage supérieur, composé de la bande de matière amorphe limitant l'organe ;

L'étage moyen, correspondant aux *cellules de l'ivoire;*

L'étage inférieur comprenant le *stratum* de ces dernières.

1° Étage supérieur de la superficie du bulbe. — Il comprend cette couche, déjà indiquée, de substance amorphe transparente, sans granulations ni éléments d'aucune sorte, et composant comme une sorte d'atmosphère au-dessus des éléments cellulaires sous-jacents. Sur une préparation aplatie entre deux lames de verre par une légère pression, elle se présente comme une zone ondulée, parfois offrant des espèces de plis, bien quelle ne se sépare jamais, nous le répétons, des parties sous-jacentes sans déchirure. On la verra d'ailleurs très-exactement représentée pl. xix, fig. 1 et 3, *a*.

Elle constitue le milieu organique où vont évoluer les cellules propres de l'ivoire et où s'accomplissent les phénomènes de la dentification.

2° Étage moyen de la superficie du bulbe, cellules de l'ivoire, épithélium bulbaire ou odontoblastes. — Les éléments anatomiques qui composent cette couche spéciale sont des corps cellulaires de forme générale ovoïde, à grand diamètre, dirigés perpendiculairement à la surface du bulbe, composant une seule rangée, et juxtaposés sans compression réciproque.

Leur mode de formation, déjà étudié dans un travail antérieur (1), comprend deux phénomènes : la genèse du noyau,

(1) Voir Ch. Robin, et E. Magitot, *loc. cit.*, p. 317.

puis la genèse du corps de la cellule elle-même, dont la substance vient se grouper autour du noyau, formé le premier.

Au sein de la substance amorphe que nous venons d'indiquer, on voit apparaître des noyaux disposés l'un à côté de l'autre sur une même rangée : ce sont de petits corps ovoïdes, transparents, d'une longueur de $0^{mm},05$ à $0^{mm},06$. Peu après son apparition, le contenu devient légèrement granuleux, en même temps qu'il se produit dans son intérieur un ou deux nucléoles très petits et brillants. (Pl. XIX, fig. 3, *b*.)

C'est autour de ce noyau comme centre, et principalement vers les extrémités de son grand diamètre, que viennent se grouper les éléments devant constituer ultérieurement la cellule proprement dite. Toutefois, cette substance se dispose en quantité plus grande vers l'extrémité périphérique du grand diamètre du noyau, d'où il résulte que celui-ci occupe finalement l'extrémité centrale de la cellule. D'autre part, la masse de la cellule située en avant du noyau se continue en s'amincissant pour former un véritable filament ou prolongement caudal qui est constant, car il est destiné, ainsi que nous le verrons plus loin, à devenir l'axe de chaque canalicule, le centre de formation des éléments de l'ivoire.

La formation du prolongement caudal s'effectue directement par une simple prolifération des molécules mêmes du corps de la cellule. (Pl. XIX, fig. 1, *b*.) En effet, lorsque, sur une coupe de la surface du bulbe, on observe une cellule en voie de développement, on reconnaît que la queue périphérique apparaît d'abord par une petite saillie conique. Cette saillie reste quelque temps incluse dans la matière amorphe ; mais bientôt elle la dépasse et s'allonge progressivement au dehors du tissu, aussitôt que se sont produits les premiers rudiments du chapeau de dentine.

A mesure que se développe, à l'extrémité périphérique de la cellule de l'ivoire, le prolongement que nous venons de signaler, il se détache de l'extrémité centrale, en deçà du noyau, un ou plusieurs autres prolongements plus pâles, plus transparents que les précédents, et qui se dirigent vers la pro-

fondeur de la pulpe. Nous verrons plus tard ce qu'ils deviennent; mais il résulte de cette première disposition que, si l'étage moyen de la couche amorphe contient la cellule proprement dite, l'étage supérieur renferme le prolongement caudal, et l'inférieur un autre système de prolongements. Nous négligerons provisoirement ces deux dernières particularités pour décrire isolément les cellules de l'ivoire.

Au point de vue de leurs caractères anatomiques, les cellules de l'ivoire sont composées d'une masse de substance grisâtre, pâle, finement granuleuse, d'une extrême altérabilité. Elles mesurent, dans leur grand diamètre, de $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$, et, dans leur largeur, de $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$; les dimensions varient sensiblement sur les différents points de la surface bulbaire : ainsi elles sont plus volumineuses au sommet que sur les côtés, où elles sont parfois trés petites et où l'on assiste assez facilement à leur mode d'origine. Elles diffèrent aussi suivant les espèces animales. Elles sont cependant très analogues chez l'homme et chez les carnassiers.

Chez les ruminants et les pachydermes, elles sont notablement plus grandes, et mesurent quelques millièmes de millimètre en plus dans les deux diamètres.

Chez le porc, les cellules décroissent de dimension sans changer sensiblement de forme, et chez les rongeurs elles descendent de $0^{mm},01$ à $0^{mm},03$ de longueur sur $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$ de largeur. Ces variations sont d'ailleurs indiquées par les dessins que nous en donnons dans nos planches. (Voy. pl. XIX, fig. *de* 5 à 10.)

Les cellules de l'ivoire n'ont pas de paroi ni d'enveloppe; elles se composent d'une masse homogène dans laquelle se répartissent d'une manière égale les granulations qui la composent, et qui, sur les éléments frais, sont très pâles. Toutes les parties se teintent également par les matières colorantes, le carmin, par exemple. Le noyau, invariablement situé à l'extrémité centrale, est ovoïde, assez pâle, mais d'une réfringence un peu plus forte que le corps de la cellule. Son diamètre est parfois égal à celui de la cellule qui le contient. Il renferme un ou deux, parfois trois nucléoles brillants.

Les prolongements ont la même composition que la cellule, dont ils représentent une émanation. Toutefois, le prolongement caudal est souvent plus pâle, comme transparent, et tranche ainsi par sa réfringence sur le corps de la cellule. Il est ordinairement simple, quelquefois double ou triple, mais plus souvent la division porte sur une queue unique qui se bifurque après un court trajet dans la matière amorphe ambiante. Quelques auteurs, Boll entre autres, ont signalé jusqu'à six prolongements partant, soit de la cellule même, soit d'un tronc primitif.

Dans le cas de bifurcations multiples, le prolongement caudal est particulièrement pâle et de forme conique. Simple à son point de départ, il se subdivise bientôt, et apparaît alors sous l'aspect d'un pinceau de filaments déliés, et parfois assez difficiles à suivre. Cet aspect est d'ailleurs identique, soit qu'il s'agisse des prolongements périphériques, soit de ceux qui se rendent vers le centre du bulbe, c'est-à-dire aux éléments qui représentent le *stratum* ou *substratum* des cellules, et que nous étudierons tont à l'heure.

Les réactions diverses des cellules de l'ivoire ont un certain intérêt : ce sont, avons-nous dit, des éléments extrêmement altérables, même par l'eau simple ou distillée et la glycérine. Si l'on veut les étudier avec leurs caractères normaux, il faut enlever un follicule sur un animal vivant ou récemment sacrifié, et disposer des fragments de bulbes dans le sérum pur. On les observe alors avec toute la régularité de forme et de disposition représentée planche XIX. L'état cadavérique les altère au bout de quelques heures, et nous devons déclarer ici que la plupart des formes qui ont été représentées par les auteurs, — et que nous avons nous-même dessinées naguère, — sont des formes altérées cadavériquement (1). En effet, les cellules, aussitôt isolées de la rangée qu'elles composent, se renflent, se déforment ; leur contenu granuleux devient plus foncé. L'eau active singulièrement ces phénomènes d'altération : un des

(1) Voir Robin et Magitot, *loc. cit.*, pl. XII, fig. 5.

premiers effets qu'elle produit est la disparition du noyau, qui devient invisible. Plus tard, on voit se produire sous l'objectif des masses sarcodiques, qu'il ne faudrait pas considérer comme des dispositions normales, et qui indiquent un commencement de destruction générale. Les manœuvres des aiguilles, en dilacérant les tissus où les cellules sont incluses, ont aussi pour effet de briser très fréquemment les prolongements, et principalement ceux qui se dirigent dans l'étage inférieur. Les queues résistent davantage. Ce sont ces particularités qui ont induit en erreur beaucoup d'anatomistes, et nous-même au début de nos recherches.

Certaines réactions chimiques sont cependant nécessaires pour permettre de saisir quelques détails d'organisations des cellules ou certains rapports : ainsi, si l'on veut constater la présence et la direction des queues périphériques, on pourra traiter un fragment de bulbe et de chapeau de dentine correspondant au moyen d'une solution de chlorure d'or dans l'eau distillée à 2 0/0 pendant une demi-heure, et plonger ensuite la préparation dans la glycérine. On verra ainsi nettement les cellules notablement retractées, il est vrai, mais pourvues de leurs queues, disposées en pinceaux de fibrilles parallèles arrachées aux canalicules, tandis que les prolongements centraux et le stratum lui-même sont devenus très nets. (Pl. XVIII, fig. 4 et 5.)

Les diverses matières colorantes employées en technique ont des effets intéressants : le carmin, qui colore, ainsi que nous l'avons dit, le corps de la cellule et le noyau, est presque sans effet sur les prolongements.

Le bleu d'aniline, soluble dans l'eau, et le rouge d'aniline, qui colorent très énergiquement l'organe de l'émail et l'émail lui-même, colorent à peine les cellules de l'ivoire et le tissu du bulbe ; l'hématine est dans le même cas : l'acide picrique et les picrates pénètrent très manifestement la cellule de l'ivoire, ainsi que le bulbe. Enfin, d'autres réactifs plus ordinairement employés, les acides, le chlorure d'or, ont sur ces éléments la même action que sur la plupart des éléments anatomiques. Par la coagulation des matières albuminoïdes, ils accusent plus vivement les

contours, les filaments, et, tout en déformant la masse des cellules, rendent plus perceptibles les noyaux, les nucléoles et l'état granuleux du contenu.

3° Étage inférieur de la superficie du bulbe. — Stratum des cellules de l'ivoire. — L'étage inférieur, qui nous reste à décrire dans la constitution de la superficie du bulbe, est représenté par une couche d'éléments anatomiques particuliers interposés entre la rangée des cellules de l'ivoire et la masse propre du bulbe. C'est le *substratum* des cellules de l'ivoire.

Ce sont des cellules étoilées, à prolongements multiples, lesquelles s'anastomosent, d'une part, avec les filaments inférieurs des cellules de la dentine, et d'autre part avec les éléments du tissu propre du bulbe lui-même. (Pl. XVIII, fig. 4 et 5 *e*.)

Les éléments qui le composent se développent postérieurement à la formation des cellules de l'ivoire, car, à l'apparition de celles-ci dans la couche transparente du bulbe, on ne les rencontre pas encore. Ces deux étages n'ont donc pas un mode de développement contemporain. Les éléments du stratum effectuent leur genèse par la production d'un noyau isolé, et qui bientôt s'entoure de la matière finement granuleuse et transparente qui constitue la cellule, et qui, par suite de son évolution, se dispose en filaments déliés.

Chacune de ces cellules, considérée isolément, se compose donc d'un noyau très-distinct, occupant le centre et pourvu de deux ou trois nucléoles. Le corps de la cellule, rempli de granulations d'une grande ténuité, est d'une teinte un peu plus foncée que les cellules sus-jacentes et moins sombre que les éléments du bulbe.

Le stratum des cellules de l'ivoire n'a pas les mêmes réactions que ces dernières. L'eau ne les altère pas avec la même facilité; il en est de même de l'état cadavérique, qui les modifie bien moins rapidement; toutefois, les matières colorantes, le carmin, par exemple, exercent sur elles les mêmes effets que sur les éléments cellulaires en général, en colorant fortement le noyau et fort peu la cellule.

De ces éléments cellulaires partent, ainsi que nous l'avons

dit, des prolongements ou filaments qui se dirigent dans tous les sens : les uns font communiquer entre elles les cellules du même stratum, d'autres se rendent aux cellules de l'ivoire ; les dernières s'anastomosent avec les extrémités terminales des prolongements des corps embryoplastiques fusiformes ou étoilés du tissu propre du bulbe.

Des détails histologiques qui précèdent, il résulte que les éléments qui constituent la couche des cellules de la dentine et celles qui forment leur substratum sont de nature anatomique différente, bien qu'elles soient en continuité absolue de substance. Il faut ajouter qu'elles possèdent un rôle physiologique tout à fait distinct et spécial, rôle sur lequel nous allons insister dans les considérations qui vont suivre sur le système nerveux du bulbe.

C. — Vaisseaux et nerfs du bulbe.

Système vasculaire du bulbe. — Les vaisseaux du bulbe proviennent d'une source unique : un rameau artériel qui se détache de l'artère dentaire au moment où celle-ci rencontre dans son trajet le fond du sac folliculaire ; le rameau se rend directement à l'organe, qu'il traverse à peu près en son centre pour se diriger vers le sommet. Il représente, pour ainsi dire, l'axe du bulbe. A son côté se trouve un rameau veineux d'un volume sensiblement égal, et qui se jette dans la veine du même faisceau dentaire. (Pl. XVIII, fig. 2.)

L'artériole présente dans la première partie de son trajet une largeur de un à deux dixièmes de millimètre, et elle se divise dès son entrée à la base de l'organe en un grand nombre de ramuscules d'un volume relativement assez considérable, mais sans que les premières divisions diminuent sensiblement son calibre, car elle continue son trajet presque vers le sommet du bulbe sans changer de diamètre. Assez ordinairement, lorsque le rameau primitif est parvenu au tiers ou au quart supérieur du bulbe, il se recourbe en forme de crosse (pl. XVIII, fig. 2 *a*), et c'est de celle-ci que partent alors les branches qui forment le réseau terminal.

Ce réseau se dirige ainsi, en se subdivisant et s'anastomosant très-finement, jusqu'à la limite de l'étage inférieur de la superficie du bulbe, qu'il n'atteint cependant pas. Son mode de terminaison se présente sous forme d'anses très-petites, tout à fait régulières et parallèles sur certains points, disposées en huit de chiffre sur d'autres, mais toujours très déliées et très élégantes.

C'est de ce point que part le réseau veineux de retour, qui, avec les mêmes dispositions que les artérioles, gagne le tronc unique qui occupe le côté de l'artère.

Le système vasculaire ainsi constitué s'observe de la manière la plus simple sur des bulbes injectés au carmin, et aussi, plus simplement encore, sur les bulbes congestionnés des animaux asphyxiés ou sur certains follicules affectés d'inflammation spontanée ou provoquée.

L'état vasculaire du bulbe que nous venons d'indiquer pour l'époque qui précède le début de la dentification, varie sensiblement avec les périodes de développement. Ainsi, au début de la formation bulbaire, on observe seulement un capillaire afférent qui, après avoir pénétré au centre de l'organe, se recourbe brusquement en anse, et revient directement gagner le tronc veineux comme capillaire efférent. Plus tard, au contraire, lorsque la couronne a achevé son développement et que l'activité fonctionnelle de l'organe s'est considérablement ralentie, l'appareil capillaire, tout en conservant la disposition qu'il avait à la période antérieure, présente une réduction sensible dans le diamètre des ramifications principales et secondaires.

A ces changements correspondent des différences d'aspect du tissu bulbaire. Au début de sa formation, il est pâle, gris-rosé; au moment de la genèse de l'ivoire, il devient rougeâtre; enfin, chez l'adulte, il reprend la teinte grise, transparente de l'état embryonnaire. Les maladies en modifient singulièrement la physionomie : ainsi, dans la *pulpite*, il devient rouge foncé, violacé, et parfois la rupture de quelques capillaires forme un très fin piqueté à la surface et dans l'épaisseur de l'organe. C'est dans ces circonstances qu'on peut rencontrer la disposition variqueuse des capillaires avec de courts

replis intestiniformes distendus par des hématies entassées et cohérentes sans trace de sérum entre elles, comme cela s'observe en général dans les autres tissus enflammés.

Nerfs du bulbe. — La description du système nerveux du bulbe est une question de la plus haute importance au point de vue du rôle et des caractères physiologiques de l'organe dentaire dans la série animale. Une partie de ce problème a déjà été présentée dans un mémoire antérieur publié en France en 1860 (1); mais, depuis cette époque, aucun travail nouveau ne nous paraît en avoir donné une solution satisfaisante. Si nous y revenons aujourd'hui, c'est que nos recherches nous ont permis de suivre plus loin que ne l'avaient fait nos devanciers les faits relatifs à la répartition des éléments nerveux dans le bulbe, à leur mode de terminaison et à leurs rapports de continuité avec les cellules de l'ivoire ou *odontoblastes*.

Lorsqu'on observe le bulbe chez l'homme après l'achèvement de la formation folliculaire, on rencontre ordinairement deux faisceaux de tubes nerveux qui pénètrent dans l'organe par sa partie étranglée ou col, et qui proviennent d'un rameau détaché du nerf dentaire. Chez les grands mammifères, ces faisceaux sont au nombre de trois ou quatre. Leur largeur, qui est assez souvent chez ces derniers animaux de un dixième de millimètre, descend chez l'homme à $0^{mm},05$. Ils sont rectilignes et distants les uns des autres, tandis que leurs intervalles sont remplis par des capillaires et des faisceaux de fibres cellulaires. Ils sont composés de tubes minces immédiatement contigus les uns aux autres, sans capillaires dans leur épaisseur et entourés d'un très mince périnèvre qui les retient fortement serrés les uns contre les autres.

Ces particularités peuvent s'observer directement et sans réaction spéciale sur des bulbes frais dilacérés au moyen des aiguilles et à un grossissement moyen; mais, pour pousser plus loin l'investigation, il faut d'autres préparations et l'emploi de certains réactifs.

(1) Voir Ch. Robin et E. Magitot, *loc. cit.*, p. 310.

Afin de suivre, en effet, les faisceaux nerveux jusqu'au voisinage de la partie superficielle du bulbe, on devra traiter des bulbes enlevés à des animaux vivants ou récemment sacrifiés par la macération dans l'acide osmique et la réaction par le chlorure d'or. Sur une préparation favorable ainsi disposée, à un grossissement minimum de 500 diamètres, on parvient, avec l'objectif à immersion, à poursuivre les subdivisions des faisceaux nerveux. Les petites saillies coniques qui surmontent le bulbe chez les animaux carnassiers (chien, chat) et le cône terminal du bulbe chez le veau, nous ont paru particulièrement favorables à cette recherche. C'est chez ce dernier animal que nous avons pu constater le mode de terminaison que nous allons indiquer :

En plaçant sur l'objectif une préparation ainsi traitée et dans une lumière très vive, on aperçoit, à côté d'une anse capillaire, un tube nerveux mince. Quelques variations dans l'éclairage permettent de reconnaître son double contour.

On le voit alors dépassant légèrement la limite de l'anse vasculaire qu'il accompagne et se continuer par soudure, sans interposition d'aucune substance, et *par voie de continuité complète* avec un des filaments profonds d'une cellule du *stratum* (*étage inférieur de la superficie du bulbe*). (Pl. XVIII, fig. 5, f.)

Cette continuité est le fait fondamental dont nous tirerons certaines conséquences, et qui éclaire d'ailleurs tant de points restés obscurs de la physiologie du bulbe aussi bien dans l'état embryonnaire qu'à la période adulte. Les cellules du stratum deviennent ainsi les éléments intermédiaires entre le rameau nerveux sensitif et la couche des *odontoblastes*, et ceux-ci prennent nécessairement la physionomie d'une couche épithéliale.

On pourrait donc regarder le *stratum* comme composé de cellules nerveuses, épanouissement véritable des tubes nerveux terminaux de la pulpe.

Certains faits d'histologie comparée apportent à cette disposition anatomique chez l'homme des raisons démonstratives. Ainsi, les recherches de plusieurs observateurs allemands,

Max Schulze, Ecker, Eckardt et Balogh (1), ont établi cette même continuité des extrémités nerveuses sensitives avec les cellules épithéliales de la tache olfactive chez certains animaux inférieurs, et plus récemment, M. Remy (2) est arrivé à une démonstration identique relativement à la même courbe épithéliale chez le chien. Il est même digne de remarque que ces particularités sont bien plus facilement saisissables chez les vertébrés inférieurs, la poule, le canard, la grenouille. M. Remy les a toutefois mises hors de doute chez les carnassiers et chez l'homme, tandis que, de notre côté, nous croyons en avoir réalisé la démonstration par les cellules épithéliales de l'organe de l'ivoire chez les mammifères.

De ces détails il résulte que le réseau cellulaire qui compose le *stratum* est une couche de cellules qui sont en continuité, d'une part, avec les extrémités des tubes nerveux, et, d'autre part, avec les cellules de l'ivoire. C'est ainsi que l'hypothèse de Tomes, sur les qualités sensitives propres des cellules de l'ivoire et de leurs prolongements, se confirme de faits anatomiquement démontrés.

Les faits histologiques que nous venons de décrire sur la continuité des éléments nerveux avec les cellules de l'ivoire par l'intermédiaire du stratum reposent, ainsi qu'on vient de le voir, sur l'étude minutieuse d'une préparation soumise aux réactions des sels d'or, réactions très fugaces, il est vrai, parfois infidèles, mais qui cependant n'ont laissé aucun doute dans notre esprit. Et cependant, cette même étude, entreprise par d'autres histologistes, ne paraît pas avoir fourni le même résultat. La recherche des terminaisons nerveuses reste l'un des plus difficiles problèmes que puisse se poser l'investigation

(1) Voy. Max Schulze : *Uber die endigungs Weise des Geruchs nerven und die Epithelialgebilde der Nasen Schleimhaut.* Monats berighten des Konigl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin, 1556. — Ecker : in *Berichte uber die Verhandludgen zur Beforderung der Naturwiss.* — Fribourg, n° 12, 1855. — Eekhardt, *Ueber Endigungsweise des Geruchsnerven ; in* Beitrag zur anatomie und physiologie, 4 Abhand, p. 77, 1858. — Balogh, Ueber das Jacobson'sche organ des Schafes sitzungsberichte der K. Akad., zu Wien, 1860, Bd LII, s. 280.

(2) Remy, *La membrane muqueuse des fosses nasales,* thèse d'agrégation d'anatomie. Paris, 1878, p. 62.

microscopique. Déjà Boll, élève du laboratoire de Max Sehultze, avait publié, en 1868 (1), un mémoire destiné à étudier cette question relativement au bulbe dentaire. Il était arrivé à une conclusion que nous n'avons pas pu vérifier pour notre compte. Pour lui, les extrémités terminales des nerfs du bulbe auraient été suivies jusqu'au delà des cellules mêmes du stratum. Elles traverseraient cette couche cellulaire sans continuité de substance avec elle, iraient de là côtoyer la paroi des cellules de l'ivoire, et, débordant leur limite périphérique, pénétreraient dans l'intérieur des canalicules au côté des filaments ou *queues* de ces cellules. Ce serait ainsi, non plus la continuité, mais la simple *contiguïté* avec celle-ci.

Pour l'auteur allemand, la chose paraît hors de doute; mais nous ne comprenons pas aisément comment il a pu discerner au delà de la couche des cellules de l'ivoire les filaments nerveux d'avec les prolongements des cellules, qui se colorent d'une manière à peu près égale par les préparations d'or.

En outre, nous dirons que la continuité dont nous avons parlé, explique d'une manière saisissante certains faits de la physiologie de l'ivoire. On peut même ajouter qu'elle peut seule en donner la raison : on sait en effet que l'ivoire est doué d'une sensibilité propre. Il n'y a là nullement un phénomène de transmission à la pulpe, ainsi que l'un de nous l'avait admis dans des recherches antérieures (2), c'est un fait d'impression directe. Qu'on détache par exemple de la surface d'une dent chez un individu vivant et jeune la couche d'émail, on découvre ainsi une certaine étendue de la superficie de l'ivoire qui peut se prêter à un certain nombre d'expériences. Qu'on impressionne cette surface par divers agents mécaniques ou chimiques, on reconnaîtra aussitôt son extrême sensibilité; qu'on augmente l'intensité de ces actions, qu'on y applique, par exemple, un caustique, aussitôt on constatera une véritable hyperesthésie

(1) Untersuchungen uber die Zahnpulpa archiv. fur mikroskopische anat. Vierter Band. erstes Heft Bonn, 1868, p. 73, et taf. V, fig. 19.

(2) Magitot, *Développement de structure des dents*, thèse inaugurale, 1858, p. 91.

qui sera à son tour susceptible d'être amoindrie par d'autres agents anesthésiques ou caustiques.

Si on y promène un cautère rougi, on pourra à son gré soit anéantir cette sensibilité, soit l'exaspérer excessivement, suivant la durée ou l'intensité de l'application. En un mot, le tissu de l'ivoire se comporte vis-à-vis des réactifs divers au même titre et avec la même physionomie que tous les tissus vivants pourvus de sensibilité propre.

Le mécanisme de cette sensibilité est extrêmement simple à concevoir, si l'on admet les détails anatomiques que nous venons de décrire. Les fibrilles qui occupent chaque canalicule, et qui s'épanouissent précisément à la superficie de l'ivoire, sont, non les organes de transmission à la pulpe centrale, mais les points d'impression directe. Si l'on veut poursuivre l'observation, on pourra, à l'exemple de Tomes, sur cette même dent en expérience, pratiquer, par une trépanation directe, la destruction de la pulpe centrale, et aussitôt toute sensibilité, si exaltée qu'elle soit, de la surface de l'ivoire s'éteindra complètement. C'est même, là, dans la pratique, un mode de traitement de certaines formes de caries superficielles ou de quelques fractures avec hypéresthésie de l'ivoire.

Comment dès lors expliquera-t-on cette sensibilité propre de l'ivoire autrement que par les propriétés sensitives personnelles des fibrilles et par la continuité de substance entre elles, et les ramifications nerveuses terminales de la pulpe ?

Particularités secondaires de tissu du bulbe. — A l'époque de l'évolution du bulbe qui précède immédiatement son entrée en fonctionnement, la masse du tissu présente quelques particularités transitoires, qui sont la formation de *grains phosphatiques* de forme sphéroïdale ou ovoïde, et dont la composition chimique rappelle exactement celle de la substance fondamentale de l'ivoire. Ces grains phosphatiques, déjà décrits dans un travail antérieur (1), sont insolubles dans l'éther, l'alcool et le sulfure de carbone : l'acide chlorhydrique, sans les

(1) Voir Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 312.

dissoudre, les pâlit et les rend granuleux. Ces petites masses sont très brillantes et douées d'un indice de réfraction qui les rapproche sous le microscope de celui des gouttes d'huile.

Ces divers caractères établissent qu'ils sont composés de phosphates calcaires déjà combinés avec la matière azotée, qui s'oppose à leur dissolution complète dans les acides. Ils sont en outre assimilables à d'autres masses dont on connaît la présence dans les couches de l'ivoire anormal, les *globules de dentine*, avec cette diffrence que ceux-ci sont parcourus par des canalicules, tandis que les premiers sont amorphes et homogènes.

La signification physiologique de cette production de grains phosphatiques se rattache à l'exagération du mouvement nutritif au sein de la pulpe, pendant les phénomènes de la dentification, c'est-à-dire à un afflux de matériaux calcaires qui, dépassant les besoins de la formation dentinaire, se déposent en partie dans l'épaisseur de l'organe sous forme de masses amorphes. Cette explication se confirme encore d'une autre particularité, qui consiste en la présence, dans les interstices des éléments anatomiques de l'organe, de dépôts *d'hematoïdine*, tantôt amorphe et infiltrée, tantôt cristallisée en houppes ou aiguilles. Ces deux phénomènes se sont présentés à notre observation ordinairement d'une façon simultanée et comme indices communs d'un travail de dentification en pleine vigueur.

§ 3. — De l'organe de l'émail.

L'organe de l'émail, dont nous avons suivi dans le précédent mémoire le mode de formation par épanouissement du cordon épithélial primitif, apparaît dans le follicule constitué et clos sous une forme spéciale. C'est un capuchon d'une épaisseur variable et coiffant d'une manière absolue la surface saillante de bulbe, dont il suit exactement les contours, depuis le cul-de-sac que forme celui-ci avec la paroi folliculaire jusqu'au sommet simple ou multiple, suivant la forme de la dent future. Cette application de l'organe de l'émail à la surface du bulbe

est telle que, dans aucun cas, il n'y a interposition d'aucune substance ni production d'un espace quelconque entre eux. Toute séparation ou lacune que certaines préparations peuvent présenter, sont dès lors purement artificielles. Il y a, entre la face convexe du bulbe et la face concave de l'organe de l'émail, juxtaposition complète, mais nullement adhérence ou continuité de tissu, les deux organes restant aussi distincts par leur surface de contact qu'ils le sont par leur organisation et leur rôle physiologique. La dissection directe ou la pression entre deux lames de verre, les sépare donc l'un de l'autre par un simple glissement.

Il n'en est pas de même de la paroi extérieure ou surface convexe de l'organe de l'émail. Celle-ci est manifestement adhérente à la face profonde de la paroi folliculaire, et il faut une véritable déchirure pour les séparer. Nous verrons plus loin par quel mécanisme a lieu cette adhérence.

Au point de vue de sa constitution à l'œil nu, l'organe de l'émail a la forme d'une lame molle gélatiniforme interposée entre le bulbe d'une part et la paroi folliculaire de l'autre chez les animaux dépourvus de cément coronaire, et entre le bulbe et l'organe du cément dans ces espèces qui présentent une couche de cément superposé à l'émail. Il est transparent, extrêmement altérable ; car, si on l'examine quelques heures après la mort, il perd sa consistance, devient diffluent, et prend l'aspect d'un mucus (1). Sa coloration est gris clair, ce qu'il doit en partie à l'absence complète de vaisseaux sanguins, cet organe étant, comme nous le verrons plus loin, absolument dépourvu aussi bien de système vasculaire que de système nerveux.

C'est précisément cette absence de vaisseaux qui donne à

(1) Cette altérabilité est telle qu'il se produit à l'air libre des modifications de formes très bizarres déjà indiquées sous le nom *d'altérations sarcodiques* des cellules étoilées. (Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 67, et pl. XIII, fig. 1.) Ce phénomène est très important à noter car certains auteurs, Hannover entre autres, ont considéré les modifications purement cadavériques comme des dispositions normales. (Hannover, *Ueber die Entwicklung un den Bau des Saugethierzahns*. Verhandl. der kais. Léopold-Carolinichen Akad der Naturforscher ; Breslau, 1856, XXV, p. 14 et 124, fig. 9 et 10.)

l'organe de l'émail, sur une coupe de follicule durci par l'acide chromique, cet aspect transparent qui tranche si nettement sur les deux tissus qui le limitent : d'une part, le bulbe central, éminemment vasculaire, et l'organe du cément ou la paroi folliculaire, également gorgés de vaisseaux. Le contraste est surtout saisissant sur un follicule d'une molaire d'herbivore dans lequel *l'organe* du cément qui plonge, comme on sait, entre les divisions de l'organe de l'émail, est parcouru par de nombreuses et volumineuses anses vasculaires. (Voir pl. XXI, fig. 1, *e*).

A l'égard de sa texture, l'organe de l'émail, au moment où le follicule a achevé son développement, présente des particularités toutes spéciales pour l'intelligence desquelles nous croyons devoir revenir un instant sur les phases antérieures de son développement.

Nous avons distingué, en effet, dans les phénomènes d'évolution de l'organe de l'émail, trois phases successives, dont les deux premières ont déjà été décrites dans le mémoire précédent. Ces trois phases sont :

1° *La période épithéliale*, comprenant la naissance et la descente du cordon épithélial de la couche de Malpighi, jusqu'à l'époque où l'extrémité de ce cordon se renfle en forme sphéroïdale. Pendant toute cette période, la structure est exclusivement épithéliale, soit : épithélium prismatique à la périphérie, épithélium polyédrique au centre.

2° *La période muqueuse*, c'est-à-dire celle qui correspond à la transformation de l'épithélium polyédrique central en cellules étoilées par un mécanisme que nous avons décrit. C'est à ce moment que l'organe prend l'aspect d'une masse gélatiniforme toujours entourée de la couche des cellules prismatiques.

3° Enfin, la *période de résorption*, qui marque le début de la formation de l'émail, et qui consiste dans la disparition de la masse centrale par voie de résorption pure et simple, ce qui produit l'amincissement considérable de la masse, et amène les cellules prismatiques de la concavité de l'organe presqu'au contact des cellules de la convexité. C'est cette période qu'il nous reste à décrire, car elle paraît être la condition du fonctionnement

physiologique de l'organe, c'est-à-dire la production de l'émail.

A ce moment, l'organe de l'émail peut donc être considéré et décrit comme composé d'une couche mince centrale de tissu étoilé, et d'un revêtement périphérique de cellules épithéliales. C'est une sorte de couche membraniforme, ce qui a fait émettre par beaucoup d'auteurs cette idée : que cet organe représentait une réelle membrane, *membrana adamantinæ* de Raschkow. Elle est indiquée sous cet aspect par Hunter et Frédéric Cuvier, et plus récemment par Henle (1).

La diminution progressive ou la résorption du tissu étoilé central est un phénomène sur lequel un travail français antérieur a déjà insisté longuement (2) ; seulement, l'époque exacte à laquelle il correspond a été inexactement indiquée. Il est dit dans ce mémoire que cette résorption s'effectue alors que la couronne est déjà en pleine formation, tandis qu'en réalité il est achevé lorsque débute la production du premier chapeau de dentine. Il est dès lors antérieur à cette période, de telle sorte que l'organe n'entre en fonctionnement que lorsqu'il est réduit à l'aspect membraniforme.

Le mécanisme de la disparition de la pulpe étoilée de l'organe de l'émail, paraît être le fait de la résorption pure et simple des cellules et de leur prolongement, phénomène précédé d'une certaine compression, due sans doute au développement exagéré que prend à ce moment le bulbe central. La matière amorphe interposée aux cellules disparaît la première, et les éléments prennent alors une disposition comme feutrée, puis on remarque bientôt après la production de fines granulations graisseuses qui apparaissent dans le corps de la cellule autour du noyau. Celui-ci s'aplatit ensuite, et la totalité de la cellule s'efface définitivement. Ce travail s'effectue avec une très grande rapidité ; car, si on le suit avec quelque attention sur un follicule de mam-

(1) Voir Raschkow, 1835. — Hunter, *loc. cit.*, p. 66. — F. Cuvier, *Dents des mammifères*, 1822, p. 22. — Henle, *loc. cit.*, 1841, traduction française, p. 144.

(2) Voy. Robin et Magitot, *loc. cit.*, p. 65 et suiv.

mifère, comme le mouton par exemple, on constate qu'entre le moment où la paroi du follicule vient de se fermer, alors que l'organe de l'émail est complet, et l'époque du début de la couronne, où ce même organe est résorbé, il s'écoule quelques jours à peine. La portion centrale de l'organe de l'émail est donc tout à fait éphémère, et représente un exemple d'existence transitoire si commun du reste dans beaucoup de formations embryonnaires. Nous n'avons donc plus à l'étudier ici, et il nous suffira de décrire la couche épithéliale, qui subsiste seule à cette époque du développement.

ÉPITHÉLIUM DE L'ORGANE DE L'ÉMAIL.

L'organe de l'émail, pendant toute la période de sa formation, est entouré, ainsi qu'on l'a vu précédemment, d'une couche non interrompue de cellules prismatiques, prolongement par une sorte d'invagination de la couche de cellules de Malpighi ; ces cellules conservent, jusqu'à l'époque du développement à laquelle nous sommes parvenus, des caractères identiques. Mais, à ce moment, des modifications surviennent, si marquées et si importantes, qu'il nous faut dans la description distinguer la physionomie de la couche épithéliale qui occupe la convexité de l'organe de celle qui tapisse la surface concave. Or, tandis que les premières, celles de la surface convexe, conservent la forme et la dimension qu'elles avaient précédemment, les secondes acquièrent un tel développement, qu'elles ont reçu le nom de couche de *cellules de l'émail*, parce que c'est à leur fonctionnement que sera due la production des prismes de l'émail. Ces différences de dimensions sont tellement accusées, qu'on a supposé que les cellules externes s'atrophiaient en même temps que les externes s'allongeaient. Cela n'est pas exact, et les cellules externes conservent simplement leurs dimensions antérieures. Nous allons d'ailleurs les décrire isolément :

A. — Épithélium externe de l'organe de l'émail.

L'épithélium externe de l'organe de l'émail constitue une couche cellulaire prismatique ayant conservé tous les caractères des

cellules de l'organe épithélial primitif. Elles en ont exactement la forme, les dimensions, la régularité parfaite. La rangée continue qu'elles forment s'étend depuis le fond du repli formé de la réflexion de la paroi sur le bulbe jusqu'au sommet du follicule. A leur point de départ dans le repli en question, elles se continuent avec l'autre couche des cellules de l'émail, et elles y présentent brusquement un contraste de dimensions tel, qu'il semble au premier abord qu'elles soient d'une autre origine. Les cellules de la convexité sont courtes, d'une longueur de $0^{mm},008$ à $0^{mm},010$. (Pl. xx, fig. 2, *b*.) Leur noyau est central, pâle et finement granuleux. Elles présentent, du reste, les mêmes réactions que les cellules centrales, réactions que nous établirons plus loin. Mais, bien que stationnaires et ne participant en rien aux modificatious qui atteignent les autres, elles jouent un certain rôle, qui n'est pas sans importance, et qui résulte d'une disposition anatomique que nous allons indiquer.

Lorsqu'on ouvre, en effet, par sa face gingivale un follicule parvenu à la période d'évolution que nous envisageons ici, on reste frappé de l'adhésion manifeste qui s'observe entre cette paroi et la superficie de l'organe de l'émail, formée par la rangée des cellules susdites. La séparation des deux parties ne se fait pas sans déchirure, et c'est la couche épithéliale qui se détache et reste adhérente à la paroi.

C'est qu'en effet ladite couche épithéliale communique au travers de la paroi folliculaire avec ces prolongements épithéliaux cylindroïdes, simples ou multilobés, qui occupent le tissu sous-muqueux, et qui ont été longuement décrits et figurés dans le mémoire précédent. (Voy. t. IX de ce recueil, p. 469, et pl. XVIII, fig. 1, 2, 3.) Nous les avons désignés sous le nom de débris du cordon épithélial primitif, et c'est à leur prolifération qu'est dû précisément cet aspect de villosités qu'on trouve interposées à la couche de Malpighi et à la paroi folliculaire (1).

(1) Ce sont même ces prolongements épithéliaux, dont quelques débris peuvent persister jusqu'à l'âge adulte, qui ont été invoqués par M. Verneuil dans la pathogénie de l'épithélioma térébrant des mâchoires. (Voy. *Bullet. de la Soc. de chirurgie*, 1878,

Leur rôle a été diversement interprété. Ainsi, Todd et Bowmann, qui les ont rencontrées, semblent les considérer comme des culs-de-sac glandulaires (1). Nous ne saurions partager cette opinion. Pour nous, les prolongements tubulés qui sont pleins, sans cavité quelconque et sans paroi propre, ont un double but : le premier est de servir de moyen de fixation de l'organe de l'émail ; le second est de lui permettre d'emprunter ses matériaux de nutrition, car on sait que cet organe est dépourvu de vaisseaux. Or, les villosités pénètrent dans un tissu remarquablement vasculaire, surtout au moment qui précède la formation de la couronne. Des anses très nombreuses et très serrées les entourent comme d'une sorte de gaîne, et lui constituent ainsi une source de nutrition d'une grande richesse.

Ces prolongements cylindriques d'épithélium qui pénètrent ainsi dans la paroi folliculaire, dans les follicules de dents dépourvues de cément, se retrouvent encore identiques dans les follicules des molaires d'herbivores ; seulement, c'est dans l'organe du cément qu'elles pénètrent, ce qui justifie la richesse vasculaire non moins grande de ce dernier, car il doit subvenir non seulement à sa propre nutrition, mais encore à celle de l'organe de l'émail.

B. — Épithélium interne de l'organe de l'émail. — Cellules de l'émail.

La couche cellulaire qui tapisse la face profonde de l'organe de l'émail, *membrane de l'émail* de certains auteurs, est composée d'une rangée continue d'éléments en contiguïté parfaite avec la surface du bulbe, et en continuité de tissu avec les éléments sous-jacents de l'organe dont elle représente le revêtement.

Ces éléments, qui ne sont autres que les cellules prismatiques de la couche de Malpighi, ont pris peu à peu des caractères nou-

p. 443.) L'un de nous a également cherché à expliquer de la même manière la formation de certains kystes multiculaires des mâchoires. (Voy. Magitot, *Bullet. de la Soc. de chirurgie*, 1878,, p. 441.)

(1) *Physiological Anatomy*. London, 1847, part. III, p. 176.

veaux qui lui ont donné une physionomie particulière. Ces modifications, qui comprennent une période de temps qui s'écoule entre la constitution de l'organe de l'émail en forme de capuchon et le début de la formation de l'émail, ont pour effet d'en accroître singulièrement la longueur sans modifier leur diamètre transversal. En outre, il survient un phénomène nouveau : c'est la production d'une couche cellulaire sous-jacente, véritable *substratum* des cellules de l'émail, tandis que l'extrémite libre de celles-ci se recouvre d'un épaississement connu sous le nom de *plateau*. Nous allons décrire successivement ces trois parties, intimement liées entre elles au double point de vue anatomique et fonctionnel.

Les cellules de l'émail sont des corps prismatiques à cinq ou six pans accolés et comprimés les uns contre les autres, de dimensions égales et toujours rectilignes, malgré les inflexions des parties avec lesquelles elles sont en rapport. Ces cellules sont étroites et allongées ; mais leur forme prismatique n'est due qu'à la pression réciproque, car aussitôt qu'elles sont isolées elles reprennent leur forme cylindrique. Leur largeur uniforme est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$; leur longueur atteint, au moment de la formation de l'émail, jusqu'à un dixième de millimètre, ce qui, — n'était leur extrême transparence, — les rendrait presque visibles à l'œil nu. (Pl. xx, fig. 1 6 ; fig. 3 et 5, *b*)

Le corps de la cellule est clair, grisâtre, parsemé de fines granulations pâles, d'égal volume. Le noyau est ovoïde, à grand diamètre parallèle à l'axe de la cellule ; sa dimension, dans le sens transversal, est à peu près égale à la largeur de la cellule, qu'il déborde même quelquefois. Ce noyau a un contour net, foncé, à centre finement granuleux et transparent. Lorsqu'il acquiert un certain volume, il éprouve sans doute à son tour une notable compression, car il peut devenir plus cylindrique qu'ovoïde, et représente plutôt une sorte de bâtonnet. Sa longueur est de $0^{mm},014$ à $0^{mm},018$. Le siège du noyau dans le sein de la cellule est d'abord central, comme il était au pourtour du bourgeon épithélial ; puis, par le fait même du développement, il arrive à occuper l'extrémité périphérique de la cellule, c'est-

à-dire celle qui est en rapport avec le bulbe. Cette modification de siège résulte, non point d'un fait de déplacement du noyau, mais du phénomène d'allongement du corps de la cellule dans la direction de l'organe de l'émail. Le noyau occupe ainsi un point invariable, pendant que la cellule s'allonge par une seule de ses extrémités.

Tel est l'aspect du corps des cellules de l'émail vues par leur côté, dans le sens de la longueur et réunies en masse ; mais si l'on réussit dans une préparation favorable à les observer par leur extrémité libre, leur disposition apparaît sous l'aspect d'une véritable mosaïque très régulière et très élégante. (Pl. xx, fig. 6.) Cette mosaïque rappelle assez exactement la physionomie de la surface de l'œil composé des insectes, et elle se retrouve d'ailleurs dans un faisceau de prismes d'émail vu par les extrémités, et aussi dans la surface extérieure du chapeau de dentine, qui doit son aspect reticulé à l'adhérence même des prismes à cette surface.

L'extrémité périphérique de la cellule de l'émail, celle qui regarde le bulbe, présente une particularité très digne d'attention : elle est coupée très régulièrement à angle droit, et son bord extrême est marqué par une ligne foncée d'une notable épaisseur. Cette ligne est formée par un véritable *plateau*, en tout point comparable à celui qui s'observe à l'extrémité des cellules prismatiques de l'intestin. Ce plateau, qui est tout à fait adhérent à la cellule, dont il fait partie intégrante, peut, sous l'influence de certains agents chimiques, se durcir, devenir plus foncé et plus étroit, et finalement se séparer du corps de la cellule. Le petit opercule flotte alors librement dans la préparation ; mais, dans certains cas, le plateau d'une cellule peut rester adhérent à son voisin, de sorte que, dans une macération, dans l'eau, par exemple, les plateaux réunis l'un à l'autre arrivent à constituer un lambeau membraniforme que Kolliker, Raschkow, Henle et la plupart des auteurs décrivent comme une membrane véritable, la *membrana præformativa* des cellules de l'émail. Cette explication doit être rejetée. En dehors de la paroi folliculaire, il n'existe,

ainsi que nous l'avons affirmé à plusieurs reprises, aucune membrane dissécable dans le follicule, pas plus à la limite des cellules de l'émail qu'à la superficie du bulbe lui-même. Ce sont ces hypothèses qui ont si longtemps compliqué et obscurci l'étude du follicule, sans réussir à établir anatomiquement un fait qui ne repose que sur un mécanisme artificiel. En effet, la plupart des réactifs, qui désorganisent les cellules de l'émail sont sans action sur le plateau, dont la substance est plus compacte et plus résistante. Quant au rôle physiologique qui lui est dévolu, il est sans doute assimilable à un phénomène d'exosmose ou de diapédèse, car les éléments constitutifs de l'émail élaborés par les cellules traversent ce plateau, et vont au delà, sur la convexité du chapeau de dentine, constituer les prismes ou colonnes de l'émail.

Tandis que l'extrémité périphérique ou bulbaire de la cellule de l'émail est pourvue d'un opercule ou plateau, l'extrémité centrale offre de son côté des particularités anatomiques qui doivent être mentionnées :

Nous avons vu déjà que cette extrémité de la cellule a pris un plus grand développement, de telle sorte que sa partie qui est en deçà du noyau est plus allongée que celle qui est au delà. En outre, cette extrémité, qui n'est terminée par aucun opercule ou plateau, n'est point taillée à angle droit, mais présente un bord oblique qui s'effile sur un ou plusieurs points, de manière à présenter, à la façon des cellules de l'ivoire, un ou plusieurs prolongements clairs et transparents. Ces prolongements se terminent à leur tour par un véritable filament qui se rend à une couche mince de cellules multipolaires ou étoilées qui forment le *substratum* de la couche des cellules de l'émail. (Pl. xx, fig. 5, *c*.) Les cellules de ce stratum n'ont pas besoin d'être décrites, car elles ne sont autres que les derniers vestiges des cellules étoilées de la pulpe de l'organe. Or, celles-ci ne diffèrent de l'état antérieur que par une plus grande compression, un véritable tassement dont elles ont été l'objet.

Cette couche cellulaire, qui est composée d'éléments à contours nets et foncés, est en tous points comparable au même

stratum qu'on trouve au-dessous des cellules de l'ivoire, et elles jouent vraisemblablement un rôle important dans l'élaboration des matériaux de formation de l'émail, avec cette différence toutefois qu'elle n'est en rapport ni avec des vaisseaux ni avec des nerfs, car l'organe de l'émail est, comme on sait, aussi bien dépourvu des uns que des autres.

Pour terminer l'étude histologique des cellules de l'émail, nous devons parler de leurs réactions chimiques : l'eau les gonfle et les déforme en leur donnant l'aspect cylindrique. Ce gonflement est quelquefois assez prononcé et assez irrégulier pour que leur forme se rapproche assez manifestement de celle des cellules de l'ivoire ; mais une telle confusion sera toujours évitée lorsqu'on étudiera les éléments anatomiques du follicule à l'état frais. On distinguera toujours aisément ainsi les cellules courtes et ventrues de l'ivoire des cellules étroites et allongées de l'émail. La glycérine a pour effet de pâlir le corps de la cellule, mais sans modifier l'aspect du noyau ; l'alcool a sur ces éléments les effets ordinaires : il les contracte et les déforme. Les acides étendus accusent plus nettement les contours des granulations et le noyau. Concentrés, ils désorganisent le tout, qui se réduit en un petit amas informe de granulations noires. La soude caustique (solution concentrée) a pour effet de gonfler les cellules de l'émail ainsi que leurs prolongements centraux et les élémens du stratum. Cette réaction permet ainsi de les observer plus facilement ; mais cet effet n'est que temporaire, car, au bout d'une heure environ, toute la masse entre en destruction véritable et se trouve, ainsi que par les acides concentrés, réduite à l'état d'un petit groupe informe de granulations.

§ 4. — Organe du cément.

Le germe ou organe du cément, considéré comme partie intégrante du follicule dentaire, n'appartient qu'aux espèces animales pourvues de cément coronaire. Telles sont les molaires des herbivores, celles des pachydermes, etc. Les dents de l'homme et des carnassiers, n'étant pourvues que d'une couche

relativement mince de cément radiculaire, n'ont pas d'organe spécial à cette formation. Il résulte de là que le cément répond à deux mécanismes physiologiques distincts : *cément coronaire*, dû à la transformation sur place d'un organe particulier ; *cément radiculaire*, résultat de modifications d'une couche celluleuse qui n'est autre que la paroi folliculaire devenue *périoste dentaire*. Nous n'avons pas à tracer la description du second terme de cette évolution ; elle trouvera sa place dans l'étude du développement du cément radiculaire, tandis que le cément coronaire est toujours le résultat du fonctionnement d'un organe spécial.

C'est donc la seule étude de ce dernier organe qui nous reste à faire.

Une démonstration de l'existence de l'organe du cément paraîtra sans doute superflue aux anatomistes français, car ce point d'histologie a été suffisamment établi antérieurement (1). Cependant, devant les erreurs de certains auteurs et les négations de quelques autres (2), il nous paraît utile d'y revenir.

(1) Voir Robin et Magitot, *loc. cit.* p. 115.

(2) Le nom d'*organe du cément* se trouve pour la première fois dans Markhusen (*Sur le développement des dents des mammifères*. Bulletin de l'Acad. impér. de Saint-Pétersbourg, 1850, in-8, t. VIII, p. 314 et suiv.), qui a montré après Raschkow (1835) que, contrairement à l'hypothèse de Goodsir, le follicule naissant n'est pas en communication avec la surface de la gencive. Mais ce qu'il appelle de ce nom n'est autre que le tissu de l'*organe de l'émail*. Kölliker, ne pouvant déterminer ce que Markhusen appelle *organe du cément*, ajoute qu'il n'existe aucun organe particulier du cément, mais que c'est la paroi du follicule dentaire qui fournit par ses vaisseaux un exsudat qui s'ossifie; que cette paroi jouerait tout à fait le même rôle, par sa face interne, qu'elle remplit plus tard par sa face externe comme périoste de l'alvéole et enveloppe de l'os; tantôt ce serait dans ses parties inférieures qu'elle le fournit, tantôt ce serait là où auparavant siégeait la *membrane de l'émail*; c'est chez le cheval et les ruminants que l'organe de l'émail fournirait le cément après complète formation de l'émail, et il regarde cet organe comme étant simplement une partie modifiée du sac. (*Microscopische Anatomie*, Leipzig, 1852, in-8, t. II, p. 110 et 111.) Hannover emploie l'expression de *germe du cément;* mais ce qu'il décrit sous ce nom est l'*organe de l'émail*, et c'est la couche des cellules épithéliales prismatiques, dite *membrane de l'émail* ou des cellules dites de *l'émail*, qu'il nomme *germe de l'émail*. Il est par suite amené à admettre que la formation du cément a lieu, d'une manière inconnue jusque-là, après la tranformation préalable des cellules primordiales de l'organe de l'émail en fibres, puis l'apparition des cellules du cartilage dans ce tissu, suivi, en troisième lieu, d'ossification. (Hannover, *loc. cit.*, 1855. p. 13 à 23.) Déjà Cuvier avait dit que le *cortical osseux* (cément) était produit par la même lame et la même face qui a produit l'émail chez les éléphants, etc.;

Les divers travaux entrepris en Allemagne et en Angleterre par Waldeyer, Kollmann, Hertz, Ch. Tomes, etc., sont muets sur la question de l'organe du cément.

Voici donc de quelle manière il faudra procéder pour résoudre d'une manière absolue ce problème anatomique : la démonstration de l'existence de l'*organe de cément*.

Que l'on prenne, par exemple, pour cette recherche, un follicule de molaire d'embryon de veau à une époque correspondant à la formation du premier rudiment de la couronne, on trouve, en pratiquant sa dissection attentive, les parties suivantes de dehors en dedans (pl. XXI, fig. 1) :

1° Une membrane dissécable mince, transparente et friable, *la paroi folliculaire* (*d*).

2° Au-dessous de cette dernière, un tissu mou, grisâtre, limité d'une part par la paroi précédente, et d'autre part par un autre tissu complètement distinct d'aspect et de caractère. Ce tissu grisâtre intermédiaire est *l'organe du cément* (*e*).

Il offre l'apparence d'une couche mince étendue sur tout le pourtour des organes folliculaires sous-jacents, jusqu'à la base du bulbe, où il s'arrête, constituant ainsi un capuchon superposé à l'organe de l'émail qu'il recouvre dans toute son étendue.

Son épaisseur est de quelques dixièmes de millimètre, et par conséquent très appréciable à l'œil nu; sa consistance est comme gélatiniforme, très supérieure à celle de l'organe de l'émail, qui lui est sous-jacent et qui est d'aspect muqueux et fluide. Il est opaque, demi-transparent et laiteux; mais, en outre, — et c'est là un autre élément fondamental de distinction, — il est très vasculaire dans toutes ses parties. Cette richesse de vascularisation donne même à la couleur grisâtre du tissu une légère teinte rouge ou rosée très manifeste.

3° Au-dessous de l'organe du cément se trouve l'*organe*

seulement elle changerait de tissu; tant qu'elle ne donnait que de l'émail, elle était mince et transparente; pour donner du cortical, elle deviendrait épaisse, spongieuse, opaque et rougeâtre. (*Ossements fossiles*. Paris, 4e édit., 1834, t. I, p. 514.) Ce n'est pas ainsi que se passent ces phénomènes; il y a un véritable organe du cément, distingué de l'émail pour la première fois par l'un de nous. (Magitot, *loc. cit.*, 1858, p. 10.)

de l'émail (*g*), dont nous avons tracé la description plus haut.

4° Au-dessous de ce dernier et au centre du follicule, le bulbe ou organe de l'ivoire (*k*).

Telle est sur un follicule de molaire d'herbivore, sur un follicule d'incisive de cheval, et généralement dans tous les follicules de dents à cément coronaire, la superposition invariable des organes constituant cet appareil.

Si maintenant, après avoir séparé de ses connexions normales l'organe du cément par une dissection à l'œil nu, on en poursuit l'étude anatomique au point de vue de sa constitution intime et de sa texture, on arrive aux résultats suivants :

Une première distinction est d'abord nécessaire ; car, au moment où vont se former les premiers rudiments de l'ivoire et de l'émail, le germe du cément n'est pas parvenu encore à sa période de fonctionnement ou de transformation. En effet, le cément, qui représente la couche osseuse propre dans l'organisation d'une molaire d'herbivore, par exemple, ne se forme qu'après l'achèvement complet de la couronne, à laquelle il constitue un dernier revêtement. Aussi, n'est-ce que beaucoup plus tard, dans l'évolution folliculaire, que le germe du cément devient l'organe cartilagineux proprement dit qui doit se métamorphoser en tissu osseux.

C'est ainsi qu'il faut décrire deux états successifs à l'organe du cément : l'état *fibreux* simple, qui correspond à l'époque de formation de la couronne ; et l'état *fibro-cartilagineux*, qui apparaît au moment où le chapeau de dentine est constitué, et où commence le développement de la racine.

Le premier état est caractérisé par une trame de tissu lamineux lâche, entre-croisé par mailles larges avec substance amorphe abondante contenant des corps fusiformes et des corps fibro-plastiques nucléaires. Tout ce tissu est parcouru d'une manière uniforme par des capillaires volumineux formant un réseau tellement serré et riche, que sa présence obscurcit souvent le champ d'observation.

On n'y trouve aucune trace de nerfs.

Vers le voisinage de la paroi folliculaire, le germe du cément

ne se distingue de celle-ci, malgré leur adhésion réciproque complète, que par une différence d'aspect de la part du tissu lamineux. La paroi des follicules, en effet, se trouve représentée par une lame fibreuse formée des mêmes éléments, mais plus condensée, plus feutrée, et par conséquent plus dense.

L'organe du cément est, comme on le voit, un véritable organe embryonnaire dans lequel il n'est possible, à cette époque, de découvrir ni cellules cartilagineuses propres, ni aucun de ces éléments épithéliaux qui sont assez abondants dans le tissu sus-muqueux interposé entre la paroi folliculaire et l'épithélium buccal.

Quelques réactions confirment pleinement les résultats de l'observation anatomique. Ainsi le carmin, qui colore uniformément les éléments embryonnaires, et l'acide acétique, qui accuse plus vivement leurs contours, ne permettent de distinguer aucune trace de cellules cartilagineuses.

Le second état est véritablement *fibro-cartilagineux*; car, outre les éléments ci-dessus indiqués et qui persistent en proportion déterminée dans le tissu, on reconnaît la présence d'éléments nouveaux : ce sont ces petites cavitités contenant une ou plusieurs cellules cartilagineuses ou *chondroplastes* (pl. XXI, fig. 2 et 3).

Les chondroplastes (pl. XXI, fig. 4) contiennent le plus souvent une cellule, quelquefois deux, rarement trois. Le diamètre de ces cellules est de 18 à 25 millièmes de millimètre. Lorsqu'il n'y a qu'une cellule dans un chondroplaste, elle le remplit souvent d'une manière exacte, et alors le contour de ce dernier est dificile à voir; ou même il se confond entièrement avec celui de la cellule, et dans ce cas il ne se voit pas. D'autres fois il en est écarté de quelques millièmes de millimètre; alors on distingue aisément le bord de la cavité du contour de la cellule qu'elle renferme. Lorsqu'il y a deux ou trois cellules dans un chondroplaste, la distinction du contenant et du contenu est beaucoup plus facile. Les cellules renferment un noyau ordinairement sphérique, quelquefois ovoïde (ruminants), d'un diamètre moyen de 15 millièmes de millimètre, à contour net. En général, une cellule ne contient qu'un seul

noyau, quelquefois deux. Le noyau est parsemé de granulations très fines, avec un ou deux nucléoles brillants. Autour du noyau se trouve la masse de la cellule, incolore, transparente et presque toujours dépourvue de granulations (1).

Lorsque la dilacération ouvre un chondroplaste, ce qui n'est pas rare, on trouve libres et isolées dans la préparation les cellules qu'il contenait.

Telle est la constitution anatomique de l'organe de cément aux deux phases de son évolution, et les caractères qu'il présente sont identiques, quelle que soit d'ailleurs la nature de la dent future, pourvu que celle-ci soit recouverte d'une couche de cément coronaire. Il existe, en effet, un grand nombre d'espèces animales (carnassiers, rongeurs, homme) dans le follicule dentaire desquels aucune trace d'un organe de cément ne s'observe à une époque quelconque, et dans ces circontances il est aisé de reconnaître que l'organe de l'émail est immédiatement contigu à la paroi du follicule; de sorte que l'organe de l'émail emprunte les matériaux de sa nutrition et de son fonctionnement, tantôt à la paroi folliculaire (dents sans cément coronaire), tantôt à l'organe du cément, dont l'extrême vascularité peut bien suffire à la double formation du cément et de l'émail (dents à cément coronaire).

Toutes les dents des mammifères contiennent cependant une couche cémentaire à siège variable : ainsi, chez l'homme, c'est une lame mince de tissu osseux qui revêt la surface de la racine. Il en est de même chez les singes, dans les incisives des herbivores, et même dans celles de certains pachydermes (porc). Les

(1) Hannover, comme nous l'avons dit, a considéré comme étant l'organe du cément le tissu propre de l'organe de l'émail, qui se transformerait en fibro-cartilage à la troisième phase de son évolution, et il y figure ces phases d'après des observations faites, d'une part, sur des follicules humains et, d'autre part, sur des follicules du poulain. La portion du tissu qu'il figure et décrit comme transformation du germe primordial en fibro-cartilage, avec ses cellules, d'après le quatrième follicule de la mâchoire supérieure d'un poulain nonveau-né, a bien les caractères du tissu de l'organe du cément; elle a certainement été prise dans l'organe du cément de ce follicule et non dans l'organe de l'émail. Il figure un capillaire vide comme la place d'un canal médullaire. (Hannover, *loc. cit.*, 1855, p. 16. 17 et 124, fig. 13.) Or, on sait que le cément coronaire n'a pas de canaux médullaires ni de vaisseaux.

incisives des rongeurs elle-mêmes sont pourvues d'une couche de cément qui revêt la face antérieure et convexe de leur portion incluse, et qui, de même que l'émail et l'ivoire, est douée de développement continu. Mais, chez ces diverses espèces, c'est à un phénomène tout différent qu'est due la formation du cément : non point, ainsi que le croyaient Hannover et quelques autres anatomistes, qu'on doive l'attribuer à la couche superficielle de l'organe de l'émail : le seul fait de l'existence de certaines dents dépourvues d'émail et entourées de cément (défense de l'éléphant) suffirait à infirmer cette hypothèse.

La formation cémentaire est le résultat d'un phénomène d'ossification direct, sans passage à l'état fibro-cartilagineux d'une certaine portion (la couche interne) de la paroi folliculaire. C'est là le fait que nous nous bornons à indiquer seulement ici, car nous le développons dans notre dernier mémoire, qui traitera du mécanisme de *développement des tissus dentaires* proprement dits.

Ce que nous avons voulu établir seulement ici, c'est l'existence incontestable pour tous les follicules de dents à cément coronaire d'un organe spécial, fibreux d'abord, fibro-cartilagineux ensuite, et qui, ainsi que tous les fibro-cartilages quelconques de l'économie, fait place à une formation osseuse régulière.

§ 5. — **Résumé. — Synthèse anatomique du follicule dentaire.**

Le follicule dentaire est un appareil embryonnaire dont la durée et le rôle physiologique dépassent considérablement la limite de la vie fœtale, car on le retrouve au sein des mâchoires et en pleine activité fonctionnelle pendant l'enfance et jusqu'à la période adulte.

A partir du moment, où sa formation est achevée, il se compose essentiellement : 1° d'un sac membraneux, clos de toutes parts; 2° d'un certain nombre d'organes contenus dans le sac.

Le sac, ou enveloppe folliculaire, est constitué par une paroi celluleuse ou fibro-celluleuse, affectant avec le tégument extérieur, muqueux ou cutané, une adhérence complète.

Les organes inclus sont en nombre variable et de composition anatomique parfaitement distincte. Relativement à leur nombre, celui-ci n'est jamais inférieur à *deux* ni supérieur à *trois*. L'un de ces organes, dont la présence est fixe et invariable, est le *bulbe*, car sa fonction consiste dans la formation de la dentine ou ivoire, tissu fondamental de tout organe dentaire défini. Lorsque le follicule dentaire ne contient que deux organes formateurs, le second qui entre dans sa composition est tantôt un *organe du cément* (follicule de la défense de l'éléphant), tantôt l'*organe de l'émail* (follicule des carnassiers, de l'homme, etc.).

Dans l'état le plus complet du follicule, alors que trois organes intérieurs figurent dans sa constitution, ceux-ci sont, par ordre de superposition : 1° le bulbe central; 2° l'organe de l'émail, exactement moulé sur la surface convexe du précédent; 3° l'organe du cément entourant les deux autres et recouvert lui-même par la paroi folliculaire. Tel est le folliculedes dents composées des grands mammifères (molaires des herbivores).

Le *bulbe*, partie essentielle et centrale du follicule dentaire, est composé d'une masse d'éléments embryonnaires du tissu cellulaire, noyaux libres, cellules fusiformes et étoilées, recouverte d'une couche hyaline de matière amorphe transparente, *membrana præformativa* des auteurs. Cette masse est revêtue d'une couche de cellules dites *cellules de la dentine*, *odontoblastes*, qui ont pour lieu de développement l'épaisseur même de la couche transparente. Le tissu central est pourvu d'un système vasculaire d'une grande richesse et d'un réseau nerveux sensitif très abondant, dont les terminaisons sont en continuité directe avec les cellules de la dentine. Celles-ci représentent un *épithélium* dont chaque élément se compose d'un corps principal contenant un noyau, et dont les extrémités offrent divers prolongements. Ces prolongements sont les uns périphériques, appelés *queues*, les autres formés de ramifications centrales qui se rendent à une autre couche mince de cellules étoilées, *substratum* de l'épithélium du bulbe.

A la couche épithéliale, ou des odontoblastes, est dévolue la fonc-

tion de produire l'ivoire, dont les matériaux viennent se grouper autour du prolongement caudal, lequel subsiste comme axe et centre de chacun des canalicules dont l'ivoire est creusé. Le bulbe est un organe définitif, car il persiste pendant toute la vie, de sorte que la formation de l'ivoire est continue. Ce phénomène, d'abord considéré comme exclusif aux rongeurs, est donc commun à toutes les espèces animales pourvues de dents.

L'organe de l'émail, étalé comme un capuchon sur le précédent, qu'il recouvre jusqu'à sa base, se compose d'une trame de cellules épithéliales étoilées, entourée de toutes parts d'une couche épithéliale prismatique non interrompue. La trame centrale, transparente, de consistance muqueuse, est absolument dépourvue de vaisseaux et de nerfs. La couche épithéliale périphérique se distingue en deux rangées : celle qui occupe la face profonde et regarde la superficie du bulbe, et celle qui tapisse la face convexe. Celle qui regarde le bulbe (*membrane adamantine, cellules de l'émail*) est composée de cellules volumineuses, allongées, pourvues d'un noyau central et d'un *plateau* qui occupe l'extrémité libre. L'autre extrémité est en rapport, par des prolongements filamenteux, avec une mince couche de cellules étoilées, *substratum* de l'épithélium de l'organe de l'émail. Cette disposition est, comme on voit, analogue à celle des cellules de l'ivoire elles-mêmes. C'est par un phénomène d'élaboration de l'épithélium de l'organe de l'émail que se produisent et transsudent au travers du *plateau* les éléments qui constitueront les colonnes ou prismes de l'émail. La couche périphérique, composée de cellules petites, à noyau central, présente des prolongements en forme de *diverticulum* qui plongent dans le tissu voisin et y jouent le rôle d'agents de nutrition, par voie d'emprunt au réseau vasculaire ambiant. L'organe de l'émail, lorsque sa fonction est achevée, s'atrophie et disparaît. C'est donc un organe épithélial *transitoire*, dépourvu de vaisseaux quelconques, et, lorsque est achevée la formation de la couche d'émail, on n'en retrouve aucune trace.

L'organe du cément, troisième et dernier organe consti-

tuant du follicule, présente dans son développement deux phases successives : c'est d'abord un tissu embryonnaire, très riche en vaisseaux, mais dépourvu de nerfs; puis il se transforme en un véritable fibro-cartilage pourvu des éléments caractéristiques ou *chondroplastes*. Cet organe subit, après l'achèvement de la formation de la couronne, une dernière transformation osseuse par le mécanisme commun à l'ossification de tous les cartilages de l'économie. C'est à ce phénomène qu'est dû le développement de la couche de cément qui entoure la couronne des molaires des herbivores. Quant aux dents non pourvues de cément coronaire, mais dont les racines sont revêtues de cette couche osseuse, celle-ci résulte de l'ossification du périoste alvéolo-dentaire. Or, ce périoste n'est autre que la paroi folliculaire elle-même. De même que l'organe de l'émail, l'organe du cément est *transitoire*, car il disparaît entièrement pour faire place à une formation osseuse régulière ; mais il en diffère en ce qu'il possède son appareil vasculaire propre.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XVII.

Fig. 1. — Coupe de la muqueuse buccale au niveau d'un follicule de canine chez un embryon de chien à terme, injecté au carmin. Grossissement, 50 diamètres.

a. Couche papillaire du derme, où l'on voit une anse capillaire occuper chaque saillie ou papille.

b. Tissu sous-muqueux en continuité avec la paroi folliculaire et dont les vaisseaux s'anastomosent réciproquement.

c. Couche épithéliale externe de l'organe de l'émail arrachée au follicule et restée adhérente à la paroi.

Fig. 2. — Système vasculaire propre de la paroi folliculaire montrant le réseau de vaisseaux enveloppant la paroi, et d'où émanent des anses dont la convexité arrive au contact de l'épithélium externe de l'organe de l'émail *c*. (Chien nouveau-né. Grossissement, 80 diamètres.)

Fig. 3. — Schéma du réseau artériel et veineux de la paroi folliculaire. (Grossissement de 120 diamètres.)

Fig. 4. — Ensemble du système vasculaire du follicule de la deuxième fausse molaire temporaire du veau pris chez un embryon de deux à trois mois. Grossissement, 25 diamètres.

a. Base d'émergence des vaisseaux de la paroi folliculaire émanant du cordon vasculo-nerveux de la gouttière dentaire.

b. Ramifications anastomotiques avec la muqueuse et occupant le *gubernaculum dentis*.

c. Zone claire représentant un intervalle réalisé par compression entre le *bulbe* et l'*organe de l'émail*.

(Cette figure est empruntée à un dessin de la collection personnelle de M. Ch. Robin.)

PLANCHE XVIII.

FIG. 1. — Système vasculaire de la paroi folliculaire sur un follicule de canine pris chez un chien mort-né, injecté au carmin. Grossissement, 50 diamètres.

(Cette figure est destinée à montrer l'indépendance, assez nette ici, dans le système vasculaire de la paroi et les rares anastomoses avec les vaisseaux ambiants.)

a. Tissu sous-muqueux.

b. Couche épithéliale externe de l'organe de l'émail.

FIG. 2. — Système vasculaire du bulbe d'une canine chez le même sujet. (Même grossissement.)

a. Artériole terminée en crosse.

b. Veinule.

c. Dentine constituant le début du chapeau de dentine.

FIG. 3. — Coupe d'une dent canine de chat prise chez un sujet adulte injecté au carmin. Grossissement; 50 diamètres.

a. Bulbe injecté très finement.

b. Divisions de l'organe pénétrant dans l'épaisseur de l'ivoire par des canaux mettant la pulpe en communication avec les sources vasculaires.

c. Tronc et ses canalicules.

d. Émail.

e. Cément radiculaire.

FIG. 4. — Cellules de l'ivoire munies de leur stratum chez l'homme. Grossissement : 400 diamètres.

a. Extrémités ou queues des cellules.

c. Corps des cellules.

d. Noyau.

e. Cellule du stratum.

FIG. 5. — Mêmes cellules, traitées par l'acide osmique et le chlorure d'or. Grossissement, 600 diamètres.

a. Queues de cellules.

b. Limite de la matière amorphe péri-bulbaire.

c. Corps des cellules.

d. Noyau pâli par les réactifs.

e. Stratum des cellules de l'ivoire.

f. Point de la préparation où les extrémités terminales des nerfs sont en continuité avec les ramifications des cellules étoilées du stratum.

Planche XIX.

Fig. 1. — Fragment d'une coupe de bulbe dentaire chez un embryon humain vers l'époque du début de la genèse des cellules de l'ivoire. Grossissement, 400 diamètres, d'après un dessin de M. Ch. Robin.

a. Matière amorphe transparente de la superficie du bulbe.

b. Cellules de l'ivoire présentant déjà un rudiment de développement du prolongement périphérique ou *queue*.

c. Masse du bulbe.

Fig. 2. — État *nucléaire* de la constitution du bulbe au début même de sa formation avant le développement des corps fusiformes ou étoilés. Même grossissement.

Fig. 3. — Fragment d'une coupe de la superficie du bulbe chez un embryon humain au sommet au moment de la genèse des cellules de l'ivoire. Même grossissemsnt.

a. Couche superficielle amorphe.

b. Première trace des cellules de la dentine apparaissant par un noyau initial autour duquel se groupent les éléments du corps cellulaire.

c. Noyaux embryoplastiques du tissu bulbaire.

Fig. 4. — Groupe de corps étoilés du tissu du bulbe.

Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10. — Principaux types de cellules de l'ivoire chez les mammifères, et observées à un grossissement uniforme de 600 diamètres :

5, cellules de l'ivoire de l'homme; 6, carnassiers (chien); 7, ruminants (veau); 8, solipèdes (cheval); 9, porc; 10, rongeurs (lapin).

Planche XX.

Fig. 1. — Coupe de l'organe de l'émail pris dans le follicule d'un embryon humain de trois mois. Grossissement, 500 diamètres.

a. Opercules ou *plateaux* qui recouvrent l'extrémité centrale des cellules de l'émail. Ces opercules, étant restés soudés entre eux, donnent sur un point déchiré l'aspect membraniforme (membrane préformative des auteurs).

b. Cellules de l'émail rangées régulièrement.

c. Cellules du stratum.

d. Corps étoilé du tissu de l'organe de l'émail et matière amorphe ambiante.

Fig. 2. — Coupe du même organe de l'émail prise à la périphérie au-dessus de la paroi folliculaire. Même grossissement.

a. Paroi du follicule.

b. Coupe des cellules de l'épithélium prismatique externe de l'organe de l'émail.
c. Cellules étoilées.
d. Matière amorphe.

Fig. 3. — Cellules de l'émail isolées, prises sur un follicule humain (même grossissement) ; les cellules se terminent par un prolongement simple ou bifide, et présentent à l'extrémité centrale leur *plateau*.

Fig. 4. — Groupe de deux cellules du même embryon humain (même grossissement); préparation dans le *serum iodé*.
a. Coupe de la cellule avec son noyau et recouverte du *plateau*.
b. Cellules du stratum restées adhérentes aux filaments de communication.

Fig. 5. — Coupe de l'organe de l'émail et de l'émail lui-même sur un follicule de chien mort-né ramolli par l'acide chlorhydrique. Grossissement, 500 diamètres.
a. Email ramolli devenu granuleux et strié.
b. Cellules de l'émail.
c. Stratum de celles-ci.
P. Plateau des cellules de l'émail avec son aspect membraniforme.

Fig. 6. — Fragment d'une couche de cellules de l'émail restées adhérentes et donnant par leur extrémité l'aspect d'une mosaïque. Embryon de cheval (500 diamètres).

Planche XXI.

Fig. 1. — Coupe d'ensemble comprenant un fragment de follicule d'une molaire de cheval. Embryon de trois mois injecté au carmin. Grossissement, 200 diamètres.
a. Couche épithéliale pavimenteuse de la muqueuse.
b. Couche prismatique de Malpighi.
c. Tissu sous-muqueux vasculaire.
d. Paroi folliculaire.
e. Organe du cément d'une richesse vasculaire considérable.
f. Couche épithéliale externe de l'organe de l'émail.
g. Pulpe de l'organe de l'émail et cellules étoilées.
h. Stratum des cellules de l'émail.
i. Rangée continue des cellules de l'émail ou épithélium interne.
k. Bulbe avec son appareil vasculaire, et présentant au sommet le début de la genèse des cellules de l'ivoire. Aucune trace de chapeau de dentine n'est encore formée, et le vide qui sépare cet organe des cellules de l'émail résulte d'un glissement dans la préparation.

Fig. 2. — Organe du cément pris dans le follicule d'une molaire temporaire d'un embryon de veau de trois mois environ. Grossissement, 500 diamètres.

a. Tissu propre de l'organe avec les fibres de tissu conjonctif et les noyaux libres (noyaux embryoplastiques ou du tissu cellulaire).

b b. Cellules cartilagineuses ou *chondroplastes.*

Fig. 3. — Autre préparation du même sujet. Même application des lettres.

(Ces deux figures sont empruntées à la collection personnelle des dessins de M. Ch. Robin.)

Fig. 4. — Cellules cartilagineuses des chondroplastes isolées des préparations précédentes.

Planche XXII.

Fig. 1. — Coupe générale d'un fragment de gouttière dentaire au niveau d'un follicule de molaire chez un embryon de veau de trois mois et demi. Grossissement, 100 diamètre.

a. Épithélium de la muqueuse.

b. Couche de Malpighi.

c. Tissu sous-muqueux gingival.

d d. Organe du cément plongeant entre les cavités ou divisions de couronne et entourant la totalité du follicule.

e. Émail récent.

f. Ivoire.

g. Bulbe dentaire avec son système vasculaire propre, et très différent de celui de l'organe du cément.

h. Coupe de la gouttière osseuse. A ce grossissement, les éléments cellulaires de l'émail et de la dentine ne sont pas visibles.

Fig. 2. — Réseau vasculaire de l'organe du cément sur un follicule de molaire d'un embryon de veau de trois mois environ. Grossissement, 200 diamètres.

(Cette figure est empruntée à la collection personnelle de M. Ch. Robin.)

NOTE

SUR

L'ANATOMIE PATHOLOGIQUE DE L'ACNÉ

Par V. CORNIL

Médecin de l'hôpital Saint-Antoine

(PLANCHES XXIII ET XXIV.)

J'ai examiné une série de pustules d'acné, les unes appartenant à l'acné pilaris simple, les autres à l'acné pilaris enflammée et légèrement indurée, les autres à l'acné indurée invéterée. Les pièces qui ont servi à faire les préparations ont toutes été enlevées sur la peau de malades qui se sont prêtés volontiers à cette petite opération. Il est nécessaire, en effet, d'avoir à sa disposition des fragments de peau qui n'aient pas subi des modifications cadavériques.

I. — Lorsque, sur un pustule d'acné pilaris simple, on enlève le poil ou les poils follets qui se trouvent au centre de la saillie qu'elle forme, et qu'on en presse la base, on fait sortir une petite gouttelette de pus. L'examen histologique montre que ce liquide est composé de cellules lymphatiques au milieu desquelles se trouvent des cellules cornées. Les cellules lymphatiques sont tantôt normales, avec leurs noyaux caractéristiques, lorsque la pustule est récente, tantôt granuleuses, contenant des granulations fines, protéiques et graisseuses lorsque la pustule est plus ancienne. Ces cellules sont alors plus ou moins atrophiées. Les cellules cornées sont isolées ou en petits amas granuleux.

Sur des sections minces de ces pustules durcies par l'action successive de la liqueur de Müller, de la gomme et de l'alcool, on peut s'assurer que le pus siège dans les follicules pileux autour des poils.

Ainsi, dans la figure 1 (pl. XXIII) qui représente a un grossisse-

ment de 30 diamètres une coupe de la peau passant par le milieu d'une pustule, on voit que le goulot très dilaté du follicule pileux est encombré de cellules cornées *a' a'* qui se continuent avec l'épiderme superficiel *a*. La cavité du follicule renferme plusieurs poils follets *p' p'*. Cette cavité folliculaire est très agrandie, remplie de cellules épidermiques *p'*, entre lesquelles il existe quelques cellules lymphatiques. Mais ces derniers éléments sont surtout situés dans la couche *n*, qui est formée de corpuscules de pus granuleux mêlés à des cellules cornées. La gaine interne du follicule *m* (fig. 1), qui est composée de cellules crénelées analogues aux cellules du corps muqueux, avec lequel elle se continue directement, est normale ou simplement épaissie.

Sur la figure 2, qui provient d'une pustule d'acné pilaris analogue, mais dont la coupe est oblique à l'axe du follicule au lieu de passer par son axe, on constate les mêmes faits. Dans la région du follicule pileux la plus superficielle, on voit une accumulation considérable de cellules cornées mêlées à des globules de pus *n*, couche très épaisse au sommet de la voûte du follicule, et qui va s'amincissant à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité inférieure du follicule. La gaîne interne du follicule *m* est également intacte.

Autour du follicule malade, les vaisseaux qui entourent sa base, et qui forment un réseau dans le tissu conjonctif autour de lui, sont dilatés et remplis de sang : il en est de même des vaisseaux des papilles qui sont en contact avec lui.

Les deux pustules auxquelles se rapportent les figures 1 et 2 proviennent de la peau du dos d'une malade de l'hôpital de Lourcine.

La figure 5 a été dessinée à un grossissement de 30 diamètres, d'après une préparation d'une pustule en pleine suppuration et dans un stade de l'inflammation du follicule très rapproché du début. Le poil, qui n'est pas compris dans la section, émergeait en *o*. La cavité du follicule était remplie et distendue par du pus liquide *c*, contenant aussi, avec ses globules, des cellules cornées.

Dans ce follicule, la couche de cellules crénelées formant sa membrane interne *n* est tombée par places et desquammée, par exemple dans toute la partie représentée en *d*. Partout, autour du follicule, le tissu conjonctif du derme présente des vaisseaux sanguins dilatés, remplis de sang, et une assez grande quantité de cellules lymphatiques interposées entre les faisceaux. Il me paraît certain que telle est l'origine des cellules du pus qu'on observe dans le follicule, et qui proviennent du tissu conjonctif voisin et des vaisseaux sanguins par diapédèse. Les papilles qui entourent le follicule sont aussi le siège de capillaires dilatés et d'une infiltration de cellules lymphatiques. Lorsqu'on examine les coupes minces avec un fort grossissement, on voit souvent autour des vaisseaux un rangée de cellules lymphatiques qui s'interposent entre les faisceaux de tissu conjonctif et, dans la pustule de la figure 5, la couche des cellules crénelées manquant sur une partie du follicule, l'épanchement de ces cellules lymphatiques dans la cavité folliculaire était très facile. Il est plus juste de dire que la chute de l'épithélium de la membrane interne du follicule était due précisément à cette inflammation périphérique du derme.

Dans cette forme de l'acné pilaris simple, les glandes sébacées ne m'ont paru prendre aucun part active à l'inflammation. Il s'agit uniquement, ainsi que Bazin (1) l'a établi par des recherches faites surtout à l'œil nu, d'une inflammation portant sur le follicule lui-même, dont le goulot est obstrué par un bouchon de cellules épidermiques. Consécutivement le tissu conjonctif voisin du follicule s'enflamme, et le follicule se remplit de cellules de pus qui se mêlent aux cellules épidermiques provenant des couches épidermiques de la surface interne du follicule et de la surface externe des poils. Les glandes sébacées entrent surtout en jeu dans l'acné sébacée fluente et dans l'acné varioliforme, que nous n'avons pas en vue en ce moment.

II. — J'ai examiné deux pustules d'acné indurées et enflam-

(1) *Journal des connaissances médicales pratiques* de Caffe, numéro de juillet 1851, et article ACNÉ du *Dictionnaire encyclopédique*.

mées depuis quelques jours qui siégeaient au cou d'un malade de l'hôpital Saint-Antoine. Des portions de l'une d'elles sont représentées dans les figures 3 et 4 de la planche XXIII.

Dans cette pustule le poil était tombé : elle formait une saillie assez notable, et elle était assez large. La moitié environ de la saillie pustuleuse est représentée dans la figure 3, qui est dessinée au faible grossissement de 30 diamètres. Cette pustule est loin d'être aussi simple que les précédentes. Elle est composée en effet d'une série de petits îlots de pus qui siègent plus ou moins profondement dans les diverses couches de la peau. On trouve d'abord au centre de la pustule une collection purulente siégeant dans un follicule pileux considérablement agrandi. On a la preuve qu'il s'agit d'un follicule pileux, parce que par places on trouve au milieu du pus, et surtout à la partie profonde du foyer, des amas de cellules cornées. Les globules de pus de cette collection purulente centrale sont caséeux, granuleux, agglutinés les uns aux autres, et ils forment une masse cohérente. A côté de cette collection, qui est la plus volumineuse, il en existe d'autres plus petites séparées de la précédente par des tractus de tissu conjonctif, quand elles siègent dans la partie superficielle du derme, et par des cellules épidermiques quand elles siègent dans l'épiderme voisin. On trouve, en effet, une infiltration de pus surtout dans les couches épidermiques qui avoisinent les follicules pileux primitivement enflammés.

Ainsi, la figure 3 représente la moitié d'un coupe de la pustule enflammée et indurée que nous décrivons. Au centre de la pustule, en *d*, on voit la saillie d'une masse de pus caséeux qui se trouve directement à la surface de la peau exulcérée à ce niveau. La couche épidermique superficielle très mince *b* qui recouvre la pustule est interrompue en *h*, de *h* en *h'*. On voit en *d'* une autre masse de pus caséeux. Toute la partie de la figure comprise entre les deux lignes *a*, *a'*, se rapporte à une infiltration purulente et à une suppuration dans le corps muqueux de Malpighi.

J'ai dessiné, dans la figure 4, à un plus fort grossissement (180 diamètres), la portion de la figure 3 comprise entre les deux

lignes *a*, *a*'. On voit, dans la figure 4, en *d*, une partie de l'îlot caséeux *d* de la figure 3. L'épiderme superficiel corné *b*, *b*, (fig. 4) est mince ; beaucoup de ses cellules les plus superficiellement placées se soulèvent. Au-dessous de cette couche on trouve des cellules épidermiques crénelées et aplaties *m*, munies de noyaux également aplatis, mais bien nets et facilement colorés par le carmin. Au-dessous de ces cellules on rencontre des îlots de globules de pus *e*, *f*, qui siègent au milieu de cellules épidermiques aplaties par la compression qu'exercent sur elles les globules de pus. Les cavités que se sont creusées ces derniers éléments sont généralement ovoïdes, à grand axe parallèle à la surface de la peau. Les globules de pus forment souvent, comme en *h*, des traînées interposées à des couches de cellules plates. En *g*, les cavités sont vides, parce que les globules de pus qu'elles contenaient primitivement se sont échappés. Il s'agit ici, comme on le voit, d'une infiltration très évidente de la couche muqueuse de Malpighi par du pus, comme cela s'observe dans tous les processus inflammatoires de la surface de la peau, que cette infiltration purulente reconnaisse pour cause une diapédèse et un cheminement des globules, ou une inflammation primitive des cellules épidermiques.

Dans une autre pustule également indurée mais moins enflammée, la cavité du follicule pileux primitivement malade était encore tapissée sur une certaine étendue par la membrane interne du follicule, composée d'une couche épaisse de cellules crénelées. Le poil était tombé aussi. La cavité du follicule, remplie en partie de pus caséeux, en partie de cellules cornées en quantité considérable, était élargie et dilatée suivant le diamètre transversal par son contenu cellulaire. Il n'y avait que deux petits îlots de pus autour de l'îlot central. Ces petits abcès microscopiques siégeaient au milieu du corps muqueux de Malpighi. L'infiltration purulente du corps muqueux de Malpighi, à la périphérie de la pustule, était moins considérable que dans le cas précédent. Mais il y avait aussi, en plusieurs points du corps muqueux, un reticulum fin formé par des cellules cavitaires et par des cellules épidermiques aplaties, réseau dont les mailles

étaient remplies de globules de pus, comme cela s'observe dans les pustules de la variole, dans les plaques muqueuses de l'amygdale et dans toutes les éruptions suintantes que j'ai examinées dans les syphilides cutanées.

III. — Je dois à l'obligeance de M. le docteur Poncet d'avoir pu examiner des préparations qu'il a faites sur de gros boutons d'acné indurata plus ancienne. Je les ai dessinées dans les figures 1 et 2 de la planche XXIV.

Au centre du bouton se trouve un follicule pileux extrêmement distendu, dont les couches épidermiques sont très épaissies. Le tissu conjonctif du derme présente tout autour du follicule pileux une inflammation chronique, et en certains points on y observe de véritables papilles de nouvelle formation. Dans ces gros boutons d'acné, les glandes sébacées ne sont nullement en cause, pas plus que dans les formes précédentes.

La figure 1 de la planche XXIV, dessinée à 35 diamètres, passe assez exactement par le centre d'une de ces petites tumeurs. On voit, en effet, en *s*, le trajet irrégulier et oblique par lequel passaient primitivement le poil, ou plutôt les poils du follicule malade. Le goulot de ce trajet offre des masses épidermiques qui le bouchaient en *b*. Ce trajet conduit dans la cavité du follicule *o*. Cette cavité était entièrement remplie de cellules épidermiques cornées.

La paroi de la cavité montre plusieurs sections de poils avec leurs gaines épidermiques *k*, *k*. Cette paroi du follicule présente elle-même plusieurs couches de cellules épidermiques qui sont, à sa surface interne, des cellules cornées en *m* ; puis une couche épaisse de cellules granuleuses *n*, semblables à celles qui sont intermédiaires entre l'épiderme superficiel et le corps muqueux; puis une couche de très nombreuses cellules crénelées *d* semblables à celles du corps muqueux. L'épaisseur de cette dernière (membrane interne du follicule) est très considérable, et elle s'étend latéralement en *l* et profondément en *l'*.

Dans ces dernières portions de la membrane interne du follicule, le tissu conjonctif du derme qui est en contact avec

elle présente des papilles *p*, *p'* qui pénètrent dans son intérieur, absolument comme les papilles de la surface de la peau se coiffent du corps muqueux de Malpighi.

A la partie profonde de ce petit kyste folliculaire, on voit une partie d'une glande sébacée *g*. Le tissu conjonctif qui entoure la partie supérieure du kyste et les papilles qui environnent son orifice superficiel sont épaissis, enflammés, et montrent une grande quantité de cellules rondes et une tuméfaction des cellules du tissu conjonctif.

Les portions de la peau saine avoisinante montrent des follicules pileux *p* qui s'ouvrent à la surface ou qui sont coupés obliquement à leur direction, et qui sont profondément situés, avec la coupe du poil qu'ils contiennent, comme en *f* et en *f'*. Ces follicules pileux, comparés à celui qui est distendu, font ressortir l'hypertrophie que ce dernier a subie et l'épaississement des couches épithéliales qui le revêtent. En *g'* on voit une section d'une partie d'une glande sébacée, et en *r* une portion du glomérule d'une glande sudoripare.

La figure 2 est aussi une coupe du même bouton d'acné. Seulement, le trajet des poils n'est plus visible, et à sa place on voit le pont de cellules crénelées *v* qui joint le corps muqueux avec le membrane interne du kyste, et qui appartient à la paroi du follicule dans le trajet de son goulot. La disposition générale de la petite tumeur est la même ; quelques détails seuls varient. Les couches épidermiques qui tapissent la paroi du follicule pileux, transformé en un véritable kyste, sont identiques. Les papilles *p p'* qui entourent le kyste sont également bien visibles. A la partie inférieure de la figure, on voit une portion d'une glande sébacée qui appartenait au follicule malade et des segments d'un glomérule de glande sudoripare *t*. A droite de la figure on voit en *k* un poil et sa gaîne avec le conduit *g* de la glande sébacée.

L'acné indurata chronique dont nous venons de rapporter un exemple, consiste uniquement dans une inflammation chronique d'un follicule pileux. Il constitue un intermédiaire entre l'acné pilaris et les kystes sébacés. Son contenu, composé uni-

quement de cellules cornées, sa paroi avec ses couches épaisses d'épiderme, le tissu conjonctif qui le double, et qui présente des papilles en voie de formation, tout le fait ressembler à un kyste sébacé.

IV. — La figure 6 (30 diamètres) se rapporte à une petite tumeur polypeuse et végétante du cou, que j'ai enlevée chez une jeune femme après l'avoir préalablement liée à la base. Ce petit polype cutané, gros comme un grain de chènevis, était irrégulier à sa surface, et on y voyait distinctement des orifices pileux et quelques poils follets. Elle était molle et élastique, et remontait à une dizaine d'années.

Sur des sections minces de cette petite tumeur, on voyait une grande quantité d'orifices de follicules pileux dilatés, dans lesquels s'étaient accumulées des cellules cornées. Dans quelques-uns d'entre eux il y avait des poils follets, et les follicules pileux, assez élargis, étaient remplis de cellules épidermiques. Le tissu conjonctif de la peau était épaissi dans toute la tumeur et parcouru par des vaisseaux.

V. — Dans une autopsie faite cette année, j'ai trouvé, à la surface de la peau du cadavre, une série de nœvi pigmentaires plus ou moins étendus faisant une légère saillie. Ces nœvi présentaient une hypertrophie des papilles cutanées et un épaississement de la surface du derme. Ils étaient recouverts par un épiderme dans lequel le corps muqueux de Malpighi était fortement pigmenté.

L'un de ces nœvi n'était nullement coloré à sa surface : il était plus saillant que les autres et de couleur grisâtre, de consistance mollasse. L'examen microscopique de cette petite tumeur montrait qu'elle était constituée par un tissu connectif vascularisé contenant beaucoup de cellules rondes, et qu'elle était très riche en grosses glandes sébacées hypertrophiées.

La figure 7, dessinée à un grossissement de 30 diamètres, donne une idée de la structure de cette tumeur. Les glandes sébacées *g*, *g'* sont très rapprochés les unes des autres et très volumineu-

ses. Toute la région cutanée superficielle dessinée dans cette figure était formée par un tissu connectif, riche en cellules rondes, au milieu duquel siégeaient les glandes sébacées et les glandes sudoripares *s*.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XXIII.

Fig. 1. — Coupe d'acné pilaris passant au milieu du follicule pileux.

a, épiderme corné; — *b*, corps muqueux.

h, tissu conjonctif formant la gaîne proprement dite; — *m*, gaîne interne du follicule; — *n*, couche épidermique avec globules de pus; — *s*, vestige de l'ouverture d'une glande sébacée; — *à*, cellules cornées mélangées au pus; *p*, poil; *p'*, deux autres poils compris dans le même follicule.

c, papilles (grossissement de 25 diamètres).

Fig. 2. — Coupe oblique d'une pustule d'acné pilaris.

a, épiderme corné; — *b*, corps muqueux; — *p*, poil; — *p'*, poil dans la gaîne; — *h*, gaîne proprement dite; — *m*, gaîne interne du follicule; — *n*, couche de cellules et de pus; — *a'*, cellules cornées appartenant au poil. — (Grossissement de 25 diamètres.)

Fig. 3. — Section, à un grossissement de 25 diamètres, d'une pustule complexe d'acné indurée et enflammée. L'épiderme superficiel *b* et la couche superficielle des cellules du corps muqueux s'arrêtent en *h*, pour reprendre en *h'*. Le sommet de la pustule, dont on ne voit ici qu'une moitié, est formé en *d* par une accumulation de pus granuleux et desséché; — *m*, corps muqueux enflammé infiltré de globules de pus; — *a*, *a'*, deux lignes qui séparent la portion dessinée à un grossissement plus fort dans la figure suivante.

Fig. 4. — Dessin à un grossissement de 180 diamètres de la partie de la figure précédente placée entre les deux lignes *a*, *a'*.

b, épiderme corné soulevé par places.

m, cellules crénelées du corps muqueux; — *e*, globules de pus dans ces cellules, et qui sont séparés par des cellules en bois de cerf; — *f*, amas de globules de pus plus considérables; — *d*, portion de l'îlot de pus représenté en *d*, figure 3; — *q*, cavités vides de pus; *r*, le corps muqueux.

Fig. 5. — Section d'une pustule d'acné pilaris en suppuration; — *a*, couche cornée; — *m*, corps de Malpighi; — *t*, papilles et vaisseaux papillaires congestionnés; — *p*, petits poils; — *o*, dépression du follicule à la surface de la peau; — *f*, cavité du follicule plein de pus *c*; — *n*, gaîne interne du follicule. Elle n'existe pas partout. — *r*, gaîne proprement dite. — (Grossissement de 25 diamètres.)

Fig. 6. — Coupe d'une excroissance polypiforme de la peau du cou

chez une jeune femme; 25 diamètre. — *p*, végétations papillaires qui séparent de grandes gaînes pileuses, les unes remplies de cellules cornées, les autres contenant un ou plusieurs poils ; — *m*, section transversale d'une gaîne avec un poil *n* à son centre.

Fig. 7. — Nœvi sébacé avec de très grosses glandes sèbacées *q*, *q'* et de petits poils *p* ; *t*, tissu conjonctif; — *v*, vaisseau; *s*, glande sudoripare.

PLANCHE XXIV.

Fig. 1. — Acné indurata;

a, épiderme corné soulevé en *b*, *b*, au niveau de l'ouverture du follicule pileux *s*; — *c*, corps muqueux ; — *q*, ouverture d'un follicule pileux dont la glande sébacée est en *g*; — *f*, follicule pileux avec le poil à son centre ; — *l*, *id*.

o, cavité de l'acné indurata dont la paroi est tapissée par une couche épaisse du corps muqueux *d*, par une couche granuleuse *n* et par un épiderme corné *m*.

p, papilles qui entourent le corps muqueux à la place de la capsule proprement dite ; — *p'*, papilles à la partie profonde du kyste ; — *g*, glande sébacée au-dessous du kyste.

Fig. 2. — Section de la même acné indurata.

a, épiderme corné.
b, épiderme soulevé.
f, ouverture du poil.
o, cavité.
m, son épiderme.
n, sa couche granuleuse.
d, son corps muqueux.
p, *p'*, ses papilles.
g', glandes sébacées du bas de la figure.
t, glomerule d'une glande sudoripare.
g, une glande sébacée et son poil.
q, un poil.

Le corps muqueux qui se continue dans la figure 1 autour du kyste sébacé, ne se continue plus dans la figure 2.

Ces deux figures sont dessinées à un grossissement de 25 diamètres.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

(Voir ci-dessus, pages 70 et 189.)

A Messieurs les Directeurs du *Journal de l'Anatomie :*

Messieurs et très-honorés collègues,

Il serait oiseux, ce me semble, d'engager une polémique à propos des récriminations qu'a soulevées mon exposé de l'état actuel de la doctrine électro-physiologique, dont vous avez publié la traduction si bien faite de M. R. Blanchard. On trouvera dans mon résumé une réponse à toutes les objections qu'on m'a faites. Et si vos lecteurs désirent encore des explications plus précises, j'espère qu'ils voudront bien se reporter aux travaux originaux dont j'ai donné l'indication : ils pourront alors juger eux-mêmes quelle théorie est fondée sur les faits expérimentaux les plus probants.

La seule objection à laquelle je n'aie pas répondu d'avance, c'est celle qu'on a voulu tirer d'un travail récent de M. Fleischl, travail qui n'était pas encore publié lorsque j'écrivis mon résumé. Je me réserve d'en parler dans un des prochains numéros des *Archives de Pflüger* : et j'espère démontrer alors que le résultat auquel est arrivé M. Fleischl, loin d'être en désaccord avec mes théories, ne fait au contraire que confirmer d'une nouvelle manière ma loi de l'accroissement polarisatoire de l'excitation nerveuse.

Veuillez agréer, etc.

L. Hermann,
Professeur de physiologie à l'Université de Zurich.

Le propriétaire-gérant,
Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

DES

CELLULES INTERSTITIELLES DU TESTICULE

Par F. TOURNEUX

(PLANCHES XXV ET XXVI.)

Dans la première partie de ce travail, je rappelle brièvement, et par rang de date, les recherches antérieures faites sur ce sujet, en n'insistant que sur celles qui me paraissent devoir marquer un progrès réel; j'étudierai ensuite la structure des cellules interstitielles du testicule en général et chez quelques mammifères, ainsi que leur développement; enfin, dans la dernière partie, j'aborderai l'étude de la nature de ces éléments, en présentant quelques considérations générales sur les cellules du tissu conjonctif (1).

I. — HISTORIQUE.

1854. — Kœlliker signale, dans la trame lamineuse du parenchyme testiculaire, l'existence de cellules spéciales isolées ou réunies par amas, et dont le corps cellulaire se remplit, sur les sujets âgés, de gouttelettes graisseuses ou de granulations pigmentaires brunes (2).

1857. — Fr. Leydig assimile ces éléments à certaines cellules du tissu conjonctif, telles que les cellules adipeuses et pigmentées. Il indique leur abondance chez le porc, où ils donnent au testicule une « couleur chocolat », ainsi que chez

(1) Les recherches consignées dans ce travail ont été faites au laboratoire d'histologie zoologique de l'École des hautes études. — Elles sont reproduites dans une Thèse soutenue à la Faculté de médecine de Paris, le 18 juin 1879, sous le titre : *Des cellules interstitielles du testicule.*

(2) *Mikr. Anat.*, II, 2, p. 392. Voy. également : *Éléments d'histologie humaine*, deuxième édition française, p. 675.

le cheval. Les amas cellulaires résultant de leur juxtaposition (*Zellenartige Masse*) suivent en général la direction des vaisseaux sanguins. Leur partie fondamentale est formée de gouttelettes (*Körperchen*) incolores ou jaunes, d'apparence graisseuse, insolubles dans l'acide acétique et dans la soude (1). Chez les lézards et chez certains oiseaux, on trouve, entre les canalicules séminifères, des masses foncées analogues.

1868. — L. Letzerich (*Ueber die Endigungsweise der Nerven in dem Hoden der Säugethiere und des Menschen* in *Virchow's Arch.* 1868) considère les amas cellulaires de Leydig comme de petits ganglions nerveux interposés aux canalicules séminifères. Il est à noter, toutefois, que cet auteur n'a jamais pu constater la connexion intime des tubes nerveux et des prétendues cellules ganglionnaires.

1871. — V. v. Ebner, *Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen und die Entwickelung der Spermatozoïden bei den Säugethieren und beim Menschen*. Leipzig, 1871.

1872. — Hofmeister (*Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere* in *Wiener acad. Sitzungb.* Mars, 1872) publie une étude remarquable des « cellules interstitielles » chez l'homme, la taupe, le chien, le blaireau, le rat, le lapin, le hérisson, le taureau et le porc. Il décrit exactement leur disposition, variable suivant les animaux. Chez le chien, le lapin et le blaireau, ces éléments forment des traînées longitudinales, tandis que chez l'homme, au contraire, ils sont réunis par amas assez bien délimités (*Nester*) ; chez le porc, enfin, ils sont répandus irrégulièrement entre les tubes du testicule. En somme, les cellules interstitielles sont des cellules du tissu conjonctif renfermant des granulations graisseuses et pigmentaires en proportion inverse.

(1) Il faut citer textuellement le passage de Leydig, remarquable par son exactitude : « Der Hauptbestandtheil dieser Masse sind Körperchen von fettartigem Habitus, in Essigsäure und Natronlösung unveränderlich, farblos oder gelblich gefärbt ; sie umlagern helle, bläschenförmige Kerne und man darf sie wohl solchen Bindesubstanz — Zellen an die Seite setzen, welche, wie z. B. Fett- und Pigmentzellen, mit besonderem Inhalte versehen sind. » (*Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere*, 1857, p. 494.)

1873. — Telle est également l'opinion de Mihalkovics, qui consacre, à la fin de son travail sur le testicule (*Beitræge zur Anatomie und Histologie des Hodens, Abdruck aus den Berichten der math. phys. Classe der königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften*), trois ou quatre pages à l'étude de la trame lamineuse de cet organe. Il compare les cellules interstitielles du testicule à celles des corps jaunes de l'ovaire, ainsi qu'à celles de la glande coccygienne et de la glande intercarotidienne. Il dit en propres termes, page 243 : « In den corporibus luteis der Ovarien (bei Kuh und besonders Stute) sah ich ähnliche Zellen wie im Eberhoden, — ferner scheinen die Zellen in der Steiss- und Carotidendrüse hierher zu gehören. »

1874. — Waldeyer, dans un travail important sur les cellules du tissu conjonctif (*Ueber Bindegewebszellen* in *Arch. f. mik. Anat.*, XI B^{d}, 1 Keft), établit le groupe des *cellules plasmatiques* (Plasmazellen) (1), et range parmi ces éléments les cellules interstitielles du testicule et de l'ovaire, ainsi que celles des glandes coccygienne et intercarotidienne et des capsules séminales, qu'il rapproche dans le tableau suivant :

1° Cellules interstitielles du testicule;

2° Cellules de la glande coccygienne;

3° Cellules de la glande intercarotidienne;

4° Grosses cellules sphériques qu'on trouve dans la tunique adventice des vaisseaux du cerveau;

5° Cellules des capsules surrénales;

6° Cellules des corps jaunes;

7° Cellules du placenta (Decidua et Serotina).

1874. — V. Brunn (*Ueber eine den interstitiellen Zellenmassen des Hodens ähnliche Substanz in der Milchdrüse und Unterkieferdrüse, Göttinger Nachrichten*, 1874, n° 19) signale, dans les glandes mammaire et sous-maxillaire, l'existence d'éléments analogues aux cellules interstitielles du testicule.

1875. — Malgré les travaux de Hofmeister, de Mihalkovics

(1) Waldeyer donne encore à ces éléments le nom de *cellules embryonnaires* (Embryonalzellen des Bindegewebes) ou de *cellules périvasculaires* (perivasculæres Zellgewebe).

et de Waldeyer, R. J. Harvey (*Ueber die Zwischensubstanz der Hoden*, Ctbl. n° 30), en se fondant sur des préparations traitées au chlorure d'or, croit pouvoir confirmer les données de Letzerich. Il fait remarquer que les cellules interstitielles du testicule, chez le rat en particulier, ne sont pas régulièrement polyédriques, mais qu'elles émettent, en différents points de leur périphérie, des prolongements analogues à ceux des cellules nerveuses, et se comportant de même à l'égard des réactifs. Mais, ainsi que Letzerich, Harvey n'est pas arrivé à fournir la preuve directe de la nature nerveuse des cellules interstitielles, c'est-à-dire à montrer leur connexion avec des fibrilles nerveuses terminales. Aussi, les auteurs qui ont suivi, et dont nous indiquons plus loin les travaux, Gerster, Ehrlich, Toldt, Ludwig Stieda, Messing, Krause, Frey, etc., ont-ils adopté l'opinion de Mihalkovics et de Waldeyer, et considèrent-ils les cellules interstitielles du testicule comme de véritables cellules du tissu conjonctif.

1876. — R. Gerster, *Ueber die Lymphgefaesse des Hodens* in *Zeitschrift für Anat. und Entwickelungsgeschichte.*

1876.—P. Ehrlich (*Beitraege zur Kenntniss des Anilinfaerbungen und ihre Verwendung in der mikroskopischen Technick* in *Arch. f. mik. Anat.*, B^d XIII, 2 Heft) fait remarquer que, parmi les cellules désignées par Waldeyer sous le nom de plasmazellen (c'est-à-dire à corps cellulaire fortement granuleux), les unes fixent avec avidité le violet de dahlia (monophenylrosanilin) en solution alcoolique (1), tandis que les autres restent incolores ou ne prennent qu'une légère teinte violette. On rencontre les premières dans la plupart des organes, dans le mésentère, la langue, l'estomac, l'intestin, les glandes lymphatiques, la rate, le thymus, le foie, la mamelle, les poumons, les glandes salivaires, etc. Les secondes sont les cellules interstitielles du testicule et de l'ovaire, celles des capsules surrénales, des glandes

(1) Voici la solution conseillée par Ehrlich :

Alcool absolu.	50 cent. cub.
Eau distillée	100 —
Acide acétique.	12 1/2
Dahlia	Q. s. pour faire une solution presque concentrée.

coccygienne et intercarotidienne, etc. Aussi, Ehrlich pense-t-il qu'il y a lieu d'établir une division dans le groupe des cellules plasmatiques de Waldeyer. Il réserve le nom de plasmazellen pour toutes les cellules du tissu conjonctif jouissant de la propriété de se colorer en violet foncé sous l'influence du dahlia.

1876. — Th. Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie*, Hannover.

1877. — Toldt, *Lehrbuch der Gewebelehre*. Stuttgart.

1877. — Ludwig Stieda (*Ueber den Bau des Menschenhoden* in *Arch. für mikr. Anatomie*, B^d XIV, 1 Heft) publie une bonne description de la trame lamineuse du testicule, ainsi qu'un aperçu historique critique sur la nature des cellules interstitielles de cet organe (*Zellen der Zwischensubstanz*).

1877. — Messing, *Anatomische Untersuchungen über den Testikel der Sâugethiere mit besonderer Berücksichtigung des Corpus Highmori*. Dorpater Inaug. Diss., 1877.

1878. — H. Frey (*Grundzüge der Histologie zur Einleitung in das Studium derselben*, Leipzig) décrit et figure les cellules interstitielles chez le rat.

1879. — Ehrlich (*Beitræge zur Kenntniss der granulirten Bindegewebszellen und der eosinophilen Leukocythen*, *Société de Physiologie de Berlin*, séance du 17 janvier 1879) revient en partie sur son premier travail, et propose de remplacer la dénomination de cellules plasmatiques, qu'il avait empruntée à Waldeyer, par celle de *cellules granuleuses* (granulirte Zellen). Le groupe des plasmazellen comprendrait dès lors tous les éléments du tissu conjonctif à corps cellulaire fortement granuleux, et ne fixant point le violet de dahlia.

II. — DES CELLULES INTERSTITIELLES DU TESTICULE EN GÉNÉRAL.

A. — Technique.

La recherche et l'étude des cellules interstitielles sont relativement chose facile. Il suffit, pour avoir une idée assez exacte de leur distribution, de pratiquer une coupe totale sur le testicule d'un animal où elles sont abondantes, d'un car-

nassier par exemple. On apercevra alors entre les tubes séminifères des amas cellulaires granuleux, tranchant par leur teinte foncée sur la coupe des canalicules, et se prolongeant sous forme de traînées dans les cloisons qui émanent du corps d'Highmore. Mais, si l'on veut pénétrer dans la structure intime de ces masses cellulaires (*Zellenartige Masse*, Leydig), étudier la forme et l'arrangement réciproque des cellules, c'est aux dissociations qu'il faut avoir recours. Le réactif qui nous a servi de préférence dans ce but est la liqueur de Müller. La macération toutefois ne doit guère dépasser quinze jours à un mois, car, au bout de ce temps, les cellules interstitielles adhèrent intimement les unes aux autres, et se laissent difficilement isoler. Il faut de plus avoir soin, quand on dissocie un fragment de testicule, de se débarrasser autant que possible des canalicules séminifères, dont les éléments pourraient se mêler à la trame lamineuse du testicule et compliquer l'observation. Nous avons coutume pour cela d'arracher avec une pince fine une cloison assez épaisse, et de l'étaler dans une goutte de picrocarminate. Avec des aiguilles on enlève les portions de tubes restées adhérentes, et l'on n'a plus sous les yeux que du tissu lamineux que l'on peut dès lors dissocier en ses éléments constituants.

Nous nous servons du picrocarminate d'ammoniaque de préférence à toute autre substance tinctoriale. Ce réactif possède en effet une sélection particulière à l'égard des éléments qui nous occupent. Tandis que les cellules qui forment la paroi interne des canalicules séminifères et les cellules ordinaires du tissu conjonctif, se présentent avec une teinte rosée plus ou moins intense, les cellules interstitielles du testicule sont colorées en jaune-orangé (1). Cette réaction s'observe aussi bien sur les pièces durcies dans l'alcool à 36° que sur celles qui ont séjourné dans la liqueur de Müller. A l'état frais, les cellules interstitielles fixent également dès le début l'acide picrique,

(1) Nous avons essayé de représenter à la fin de ce travail les cellules interstitielles du testicule chez différents mammifères, avec la teinte jaune orangée caractéristique qu'elles prennent sous l'influence du picrocarminate.

seulement leur coloration jaune ne tarde pas à être masquée complètement par celle du carmin. Aussi, quand on examine un fragment de testicule frais, faut-il ne le laisser que fort peu de temps en contact avec la solution de picrocarminate, sans quoi tous les éléments prennent une teinte rouge uniforme.

L'acide osmique en solution concentrée, d'après la méthode de M. Pouchet (voy. *Journal de l'Anatomie*, 1876. n° 5), nous a également fourni d'excellents résultats pour l'étude des cellules interstitielles. On sait, en effet, que ce réactif, indépendamment de la rapidité avec laquelle il fixe en état les éléments anatomiques même les plus délicats (leucocytes, amibes, etc.), possède en plus la propriété de colorer les substances grasses en noir foncé. Toutefois, pour affirmer la nature graisseuse d'un corps teint en noir par l'acide osmique, faut-il encore contrôler l'action colorante de ce réactif par celle dissolvante de l'éther (1). Nous avons pu de la sorte, en comparant les résultats obtenus par ces deux réactifs, déterminer la nature exacte des gouttelettes réfringentes incluses dans les cellules interstitielles.

Nos coupes ont été faites par les procédés ordinaires, c'est-à-dire sur des pièces durcies par la gomme et l'alcool, après macération préalable dans la liqueur de Müller. Nous donnons encore ici la préférence à la liqueur de Müller sur tout autre liquide conservateur. Les rapports entre les différents éléments nous ont paru mieux conservés que sur les pièces traitées directement par l'alcool à 36°, qui détermine toujours une rétraction plus ou moins grande des tissus.

B. — Structure des cellules interstitielles.

Prise individuellement, chaque cellule interstitielle se présente sous l'aspect d'une petite masse polyédrique de 15 à 30 μ de diamètre, avec un noyau sphérique nucléolé ou non, généralement excentrique. La forme polyédrique est la plus

(1) Ce contrôle est indispensable : le segment externe des bâtonnets de la rétine noircit, en effet, par l'acide osmique, mais ne se dissout point dans l'éther ; il n'a donc pas la constitution d'une substance grasse.

commune. C'est celle que l'on observe chez le porc, le cheval, le chien, le chat, le blaireau, le kanguroo, etc. Notons cependant que, lorsque les cellules interstitielles sont agencées en traînée régulière, les deux cellules extrêmes s'effilent parfois légèrement, tout comme les cellules tendineuses aux extrémités des masses fusiformes qu'elles constituent entre les faisceaux tendineux (fig. 6). Cette disposition est peut être en rapport avec le développement des cellules de chaque traînée aux dépens d'une cellule unique à l'origine; nous n'avons pu trouver toutefois trace de segmentation sur les éléments intermédiaires.

Cette forme polyédrique peut se modifier parfois légèrement, comme chez le cobaye (fig. 4). On voit, en effet, dans certains cas, les cellules interstitielles s'aplatir et représenter des lamelles polygonales plus ou moins régulières. Quand elles sont disposées sur une seule couche à la surface d'une cloison lamineuse, on dirait un revêtement épithélial simple, avec cette différence que dans ce dernier les éléments cellulaires sont tous contigus, tandis que les cellules intestitielles sont plus ou moins séparées les unes des autres par de minces cloisons de matière amorphe, dans laquelle on peut distinguer jusqu'à des fibres lamineuses.

Nous devons enfin signaler une dernière modification des cellules interstitielles, dont le rat nous offre le type le plus parfait. Le corps cellulaire n'est plus régulièrement polyédrique ou pavimenteux comme précédemment, mais il se compose d'une partie renflée d'où partent des prolongements en nombre variable (deux à trois en moyenne). Sur leur trajet on rencontre des sortes de renflements ou nodosités qui donnent à l'ensemble de l'élément un aspect tout à fait caractéristique. Nous aurons du reste occasion de revenir dans la suite avec plus de détails sur la structure des cellules interstitielles chez cet animal.

Pendant les premiers temps de la vie embryonnaire, la substance qui compose le corps des cellules interstitielles est hyaline, réfringente, ou ne renferme que quelques granulations

très fines. Cet état persiste même indéfiniment chez quelques animaux, tels que le rat, le kanguroo, etc. Mais, chez d'autres, on voit apparaître, à l'intérieur du corps cellulaire, à mesure que le développement progresse, des gouttelettes brillantes de plus en plus nombreuses, jusqu'à masquer complètement le noyau dans certains cas. C'est ce qui se produit chez le chien, le chat, le porc, le blaireau, etc. Ces gouttelettes mesurent de 2 à 3 et quelquefois 4 μ de diamètre. Elles sont insolubles dans l'acide acétique et la soude, disparaissent au contraire dans l'éther, et noircissent sous l'influence de l'acide osmique concentré (chat, porc). Leur substance se comporte donc, à l'égard des réactifs, comme une véritable substance grasse analogue à celle qu'on rencontre, également distribuée à l'état de gouttelettes ou de gouttes plus ou moins volumineuses, à l'intérieur d'un grand nombre d'éléments anatomiques, tels que les corps fibroplastiques, les cellules hépatiques, etc.

Chez quelques animaux (porc, cheval) on trouve, intimement unie à la substance de ces gouttelettes, une matière colorante dont la nuance varie du rose au brun foncé. C'est à elle qu'est due, en particulier, la teinte chocolat du testicule du porc, déjà signalée par Leydig. Si l'on vient, en effet, à pratiquer une section dans un testicule de porc, on aperçoit, entre les tubes séminifères se dessinant sous forme de traînées blanchâtres, des bandes rosées que le microscope démontre être entièrement formées de cellules interstitielles. Cette coloration, toutefois, est peu appréciable sur les éléments isolés. Il se passe ici quelque chose d'analogue à la teinte rosée du segment externe des bâtonnets de la rétine (pourpre rétinienne), qui n'apparaît nettement que lorsque plusieurs bâtonnets superposés sont vus de profil. La coloration des gouttelettes incluses dans les cellules interstitielles du testicule, chez le porc, ne devient également perceptible que lorsque ces éléments se présentent par amas dans le champ du microscope.

Nous avons essayé d'extraire cette substance colorante, en réduisant en pulpe des fragments de testicule à l'état frais, et en les soumettant ensuite à l'action de l'alcool et de l'éther, ou

encore de l'eau bouillante : nous n'avons obtenu que des résultats négatifs.

Chez le cheval, la coloration brune du testicule est due de même à l'existence, à l'intérieur des cellules interstitielles, de petits corps sphériques, parfois légèrement anguleux dans les préparations, de 2 à 3 μ de diamètre, offrant une teinte qui varie du brun jaunâtre au noir. Il est assez difficile d'affirmer à première vue si ces petits corps sont des grains solides ou au contraire des gouttelettes analogues à celles qu'on trouve chez d'autres animaux, seulement diversement colorées. Ces petits corps, toutefois, se comportent d'une manière générale, comme des gouttelettes. Ils résistent à l'action de l'acide acétique, et de plus ne se dissolvent point dans l'acide sulfurique concentré, même après un contact de 10 à 15 minutes, ce qui écarte la supposition de grains d'hématosine (1). Ils sont de même plus volumineux que les granules de mélanine, tels qu'on les rencontre dans les cellules fibroplastiques pigmentées chez le cheval, et ne possèdent pas une teinte aussi foncée. Quand on traite ces corps par une solution concentrée de soude ou de potasse, leur substance colorante se dissout dans le véhicule, avec persistance à l'intérieur des cellules, au moins pendant les premiers temps, de petites gouttelettes légèrement réfringentes, de même forme et de mêmes dimensions. Par l'ensemble de ces réactions, nous croyons pouvoir assimiler ces corps aux gouttelettes signalées précédemment chez les carnassiers en général et chez le porc ; la matière qui colore ici ces gouttelettes en brun foncé est probablement voisine de la mélanine, ainsi que semble le démontrer sa solubilité dans les alcalis concentrés.

C. — Topographie des cellules interstitielles.

Nous n'avons pas à entrer ici dans tous les détails concernant la structure des cloisons lamineuses du testicule et leur disposition chez les différents mammifères. On trouvera du reste, sur

(1) Voy. Ch. Robin, article Mélanose du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.*

ce sujet, des renseignements précis dans tous les traités classiques, et surtout dans un travail de Messing, publié en 1877 (1). Il nous suffira de savoir que les cellules interstitielles existent aussi bien dans le tissu lamineux lâche intercanaliculaire que dans les cloisons plus épaisses et plus denses qui partent du corps d'Highmore. Elles sont toutefois plus abondantes à l'intérieur même des lobules, ainsi qu'il est facile de s'en assurer sur des coupes passant à travers tout l'organe. Elles manquent complètement dans l'épididyme ainsi que dans l'hydatide pédiculée de Morgagni (cheval).

La proportion des cellules interstitielles varie considérablement, suivant les animaux. Tandis que chez le lapin, par exemple, elles ne forment que de petits groupes isolés, relégués dans les carrefours des canalicules, elles augmentent tellement de nombre chez le porc, qu'elles enveloppent en totalité ces derniers, figurant une sorte de masse continue à travers tout l'organe, ou du moins dans chaque lobule testiculaire. Il semble y avoir, en général, un rapport entre l'épaisseur des cloisons lamineuses et l'abondance des cellules interstitielles. Ordinairement, elles sont groupées par îlots ou par traînées, suivant la direction des vaisseaux. Cette disposition est des plus nettes chez la chauve-souris, où elles sont comme appendues à la paroi des capillaires. Le nombre de cellules qui composent chaque amas est également variable. Nous avons représenté chez le kanguroo et chez le cochon d'Inde (fig. 1 et 4) des amas formés par la réunion de 4 à 6 cellules; mais celles-ci peuvent être tassées en nombre beaucoup plus considérable. Dans ce cas, leur tissu (comme chez le porc) est pénétré par un réseau de larges capillaires, englobant de trois à quatre cellules interstitielles à l'intérieur de chaque maille. Ces vaisseaux sont accompagnés, comme partout ailleurs, de quelques fibres lamineuses et d'un peu de matière amorphe se prolongeant latéralement entre les cellules, et les isolant plus ou moins complètement.

(1) Voy. historique.

III. — DES CELLULES INTERSTITIELLES CHEZ QUELQUES MAMMIFÈRES

Nous avons insisté dans le chapitre précédent sur les caractères communs aux cellules interstitielles du testicule dans toute la classe des mammifères ; nous allons signaler maintenant quelques particularités qu'elles peuvent présenter suivant les espèces.

Rat adulte. — La description des cellules interstitielles chez cet animal a été donnée très exactement par Harvey (*loc. cit.*), bien que cet auteur se soit mépris sur leur véritable nature. Elles affectent ordinairement la forme d'un fuseau, ou encore celle d'une gourde mesurant de 15 à 50 μ de long. Quelques-unes ont de trois à quatre prolongements, mais c'est là l'exception. Le corps cellulaire réfringent ne renferme pas trace de granulations ; il fixe avec avidité l'acide picrique. Le noyau est sphérique, contenu dans la partie renflée de l'élément. Ce qui caractérise surtout ces cellules, c'est la structure même de leurs prolongements ; ceux-ci ne s'atténuent pas, en effet, graduellement, comme dans la plupart des éléments anatomiques à forme étoilée (cellules nerveuses, cellules fibroplastiques, etc.), mais ils présentent des sortes de nodosités le long de leur parcours, et se terminent souvent par une extrémité légèrement renflée (fig. 2). La nature de ces prolongements est la même que celle du corps cellulaire en général. Ils font corps avec lui, et se colorent de même en jaune sous l'influence du picrocarminate. Il ne saurait donc s'agir ici d'un phénomène de dialyse se produisant après la mort dans la substance même des prolongements, comme le fait existe probablement dans les cellules de la zone de Zinn. (*Zonula ciliaris*) du corps vitré (1).

Jeune rat. — Les cellules moins volumineuses affectent des formes plus régulières. Elles ne mesurent guère que 10 ou 20 μ de diamètre (fig. 3). Leur coloration en jaune-orangé par le picrocarminate est également moins accusée. On les

(1) Voyez sur les singulières apparences de ces derniers éléments, Pouchet et Tourneux : *Précis d'histologie humaine et d'histogénie*, page 651.

trouve du reste, de même que chez le rat adulte, sous forme de traînées ou d'îlots le long de la paroi des vaisseaux.

Cochon d'Inde. — Les cellules s'aplatissent à la surface des cloisons lamineuses, représentant des polygones irréguliers à cinq ou six pans, de 15 à 20 μ de large. Elles renferment de fines granulations, avec un noyau sphérique (8 μ), relégué à la périphérie de l'élément. Il arrive parfois qu'on rencontre une cellule sans noyau apparent, ou encore des fragments cellulaires qu'on dirait détachés de la cellule la plus voisine (fig. 4). Nous indiquons simplement ces faits, sans chercher à leur donner aucune interprétation.

Chat, chien. — Les cellules interstitielles offrant des caractères absolument semblables chez ces deux animaux, nous pouvons les confondre dans une même description. Généralement polyédriques, volumineuses (20 à 30 μ), elles sont réunies en amas nettement limités dans le voisinage des vaisseaux. Le corps cellulaire est entièrement farci de grosses gouttelettes réfringentes, dont quelques-unes mesurent jusqu'à 3 et 4 μ de diamètre (fig. 6). De même que chez le porc, ces gouttelettes noircissent sous l'influence de l'acide osmique concentré.

Porc. — Les cellules interstitielles, abondantes chez cet animal, forment des cloisons épaisses entre les tubes séminifères, qu'elles englobent complétement (1). Le tissu spécial (tissu interstitiel) résultant de l'accumulation de ces éléments, et qu'au premier abord on pourrait prendre pour un tissu épithélial, est vasculaire, fait en rapport avec ce que nous avons signalé plus haut (page 315). Chaque cellule se compose d'un corps régulièrement polyédrique, mesurant 20 μ de diamètre avec un noyau sphérique, nucléole (fig. 8). Il renferme de nombreuses gouttelettes réfringentes distribuées à peu près uniformément dans toute son épaisseur. Nous avons vu précédemment que la substance de ces gouttelettes pouvait être assimilée à un véritable corps gras (page 313).

(1) Voyez la figure 12 du travail de Mihalkovics (*loc. cit.*), représentant la coupe d'un fragment de testicule chez le porc.

Cheval. — Cellules interstitielles nombreuses, mesurant de 15 à 30 μ de diamètre, avec gouttelettes colorées en brun foncé (fig. 7). La répartition des gouttelettes n'est pas uniforme, comme chez le chat, par exemple, mais elles sont groupées en un amas central nettement limité. De plus, la teinte foncée de ces gouttelettes diminue du centre à la périphérie de l'amas, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en écrasant l'élément. Parfois les gouttelettes les plus externes sont tout à fait incolores.

Kanguroo (1). — Cellules régulièrement polyédriques, de 15 μ de diamètre, disposées en traînées ou îlots. Quelques rares granulations dans le corps cellulaire. Le noyau est sphérique, nucléolé.

Jeune blaireau. — Les cellules interstitielles forment des amas considérables, surtout au voisinage de l'albuginée et dans les cloisons qui partent du corps d'Highmore. Elles sont polyédriques, mesurant 20 μ, avec un noyau sphérique, excentrique. Leur corps cellulaire est farci de gouttelettes brillantes qui, sur les préparations conservées depuis quelques mois dans la glycérine, se sont fusionnées en partie les unes avec les autres, et dessinent à l'intérieur de la cellule une sorte de réseau réfringent, parfois très-régulier.

Lionceau à la naissance.— Même disposition que chez le jeune blaireau.

Lapin. — Cellules interstitielles polyédriques ou fusiformes, avec fines gouttelettes. Elles sont fort rares, disposées par petits groupes, ce qui peut du reste s'expliquer par la prédominance des canalicules séminifères sur la trame lamineuse chez cet animal.

Taureau. — Cellules de formes irrégulières (15 à 20 μ), avec gouttelettes incluses, disséminées sans ordre apparent entre les tubes du testicule.

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Pennetier, directeur du Muséum de Rouen, d'avoir pu examiner les organes internes d'un kanguroo mâle (Halmaturus Bennetii) que l'on venait de sacrifier. Nous profitons de cette circonstance pour lui adresser nos plus sincères remerciements.

Bélier (1). — Cellules interstitielles petites, sphériques ou fusiformes, très rares. Quelques-unes sont tout à fait hyalines, d'autres sont comme farcies de granules d'un jaune brun.

Chauve-souris. — Les cellules sont petites, polyédriques, chargées de gouttelettes réfringentes. Elles sont réunies par amas sphériques appendus comme des grains à la paroi des vaisseaux sanguins.

Homme. — La difficulté de se procurer des testicules humains à l'état frais, et d'autre part la faible proportion des cellules interstitielles par rapport aux canalicules séminifères, compliquent l'étude de ces éléments chez l'homme. Nous avons pu toutefois observer les détails suivants sur deux testicules de suppliciés, conservés depuis plusieurs mois dans la liqueur de Müller, et que nous devons à l'obligeance de M. Cadiat. Les cellules interstitielles affectent une forme polyédrique ou globuleuse, avec un noyau sphérique, nucléolé; parfois elles présentent l'aspect d'une sorte de gourde ou de raquette munie de fins prolongements. Elles sont volumineuses, mesurant de 20 à 30 μ de diamètre. Le corps cellulaire est changé de gouttelettes réfringentes de 2 à 3 μ qui peuvent prendre chez les sujets âgés une teinte foncée, ainsi que nous avons pu le constater sur le testicule d'un homme âgé de soixante ans. De même que chez les animaux précédents, les cellules interstitielles forment des amas nettement limités, répandus le long des vaisseaux sanguins. Sur les coupes, on les observe par petits groupes de 10 à 15 aux carrefours des canalicules.

(1) Nous trouvons chez cet animal, en dedans de la paroi propre des canalicules séminifères, un réseau de grosses cellules étoilées, dont le corps cellulaire se colore également en jaune par le picrocarminate. Ces éléments, qu'il est facile d'isoler et dont on peut par suite étudier exactement la forme et la structure, nous paraissent tout à fait indépendants des bases des spermatoblastes, auxquelles quelques auteurs ont voulu les assimiler. Ils sont immédiatement accolés à la face interne de la paroi propre, et restent en partie adhérents à cette membrane, quand on vient à la débarrasser du revêtement épithélial qui la tapisse à l'intérieur. Voyez sur ces éléments la description récente d'Afanassiew, que nos recherches semblent devoir confirmer: *Untersuchungen über die sternförmigen Zellen der Hodenkanälchen und anderer Drüsen*, in *Arch. f. mik. Anat.* 1878.

IV. — DÉVELOPPEMENT DES CELLULES INTERSTITIELLES.

L'étude comparative du développement des organes génitaux chez le cheval, va nous fournir des preuves nombreuses en faveur de l'assimilation entre les cellules intestitielles de l'ovaire et celles du testicule. Dans un travail publié en 1874, L. Born (1) décrivit l'ovaire embryonnaire chez le cheval comme formé de deux couches distinctes ; 1° à la périphérie, une couche fibreuse très mince, tapissée en dehors par l'épithélium germinatif de Waldeyer et parcourue par les cordons de Pflüger ; 2° une couche centrale épaisse (Keimlager, stroma), composée de cellules polyédriques, séparées par de fines cloisons lamineuses, avec des vaisseaux sanguins. De nombreuses coupes pratiquées sur des ovaires d'embryons de cheval à différents stades de développement, nous ont permis de confirmer entièrement les données de Born. Voici ce que nous avons pu observer sur des embryons mesurant 30, 50 et 60 centimètres depuis l'extrémité céphalique jusqu'à l'anus. La distinction entre les couches corticale et bulbeuse est très nettement accusée, sans zone de transition entre ces deux couches (2). La couche superficielle, mince, ne mesure guère que un demi à un tiers de millimètre d'épaisseur. Elle est formée d'un tissu lamineux dense, de consistance presque fibreuse, et renferme seule les traînées de Pflüger, dont la direction est généralement parallèle à la surface de l'ovaire (fig. 10) ; elle répond donc entièrement à la couche ovigène des auteurs français (Sappey).

La partie centrale ou stroma, qui constitue la presque totalité de l'ovaire embryonnaire, et dont la description intime doit seule nous occuper ici, renferme, comme élément fondamental, des cellules volumineuses, régulièrement polyédriques, offrant tous les caractères des cellules interstitielles chez l'adulte, et que

(1) *Ueber die Entwickelung des Eierstockes des Pferdes in Arch. f. Physiologie*, 1874.

(2) Cette distinction est déjà appréciable sur des embryons d'âne de 8 centimètres de long.

l'on peut, par suite, désigner sous le nom de « cellules interstitielles primitives ». Elles mesurent 30 μ environ de diamètre, et possèdent un noyau sphérique, nucléolé (fig. 11). Le centre de ces éléments est finement granuleux, sans qu'on puisse encore y découvrir des gouttelettes ou des grains colorés; à la périphérie existe une mince bande hyaline, très visible sur les pièces traitées par l'acide osmique concentré. Isolées dans le champ du microscope, ces cellules ne présentent pas de coloration appréciable; mais, quand elles sont réunies par amas, elles donnent à l'ensemble du tissu une teinte brune, presque analogue à celle du testicule chez l'étalon. Aussi le stroma de l'ovaire embryonnaire tranche-t-il complètement, par sa coloration foncée, sur l'aspect blanchâtre de la couche ovigène superficielle. Il nous a été imposible de reconnaître si cette nuance spéciale était due aux fines granulations contenues dans le corps cellulaire ou, au contraire, à une substance colorante dissoute, comme le fait s'observe pour d'autres éléments anatomiques, les myéloplaxes en particulier.

Ainsi constituées, les cellules interstitielles sont plongées dans une trame lamineuse délicate, émanant de cloisons plus épaisses, qui descendent de la couche superficielle dans la profondeur de l'organe. Entre ces différents éléments, cheminent de nombreux et larges capillaires, qui forment un réseau à mailles polyédriques mesurant de 6 à 8 fois le diamètre des vaisseaux limitants. La figure 10, *b*, représente assez exactement la configuration générale de ce tissu interstitiel, moins le réseau capillaire.

Dans les premiers mois qui suivent la naissance, l'ovaire de la pouliche subit une sorte de régression (1), en même temps qu'il se produit une fusion plus ou moins complète entre les substances périphérique et centrale. Les cellules intestitielles restent en partie disséminées dans la trame même de l'organe, et en partie se groupent autour des follicules de Graaf, dont

(1) Ainsi, la longueur de l'ovaire adulte étant en moyenne de 64^{mm} suivant Born, nous trouvons 55^{mm} pour celle de l'ovaire d'un embryon de cheval de 50 centimètres, et 70^{mm} pour un embryon de 60 centimètres.

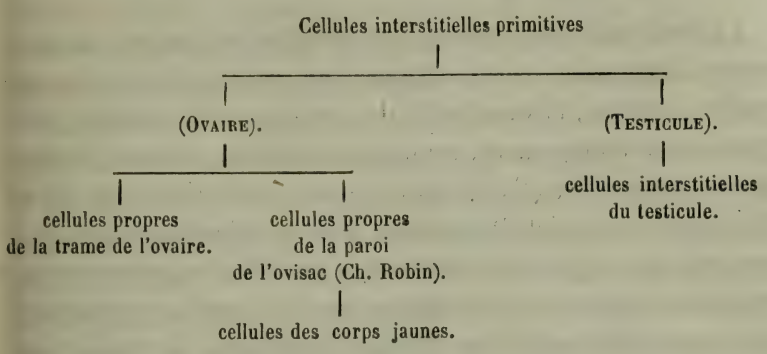
elles ne tardent pas à faire partie intégrante de la paroi (cellules propres de la paroi de l'ovisac, Ch. Robin).

La description que nous venons de donner du tissu interstitiel de l'ovaire embryonnaire chez le cheval, peut s'appliquer entièrement à celui du testicule. Ce dernier est, en effet, constitué des mêmes éléments, groupés de la même façon, offrant la même coloration foncée sur les coupes (1). La seule différence que nous ayons à signaler est la présence, dans le testicule, de canalicules séminifères serpentant au milieu de ce tissu, tandis que, dans l'ovaire, les cordons de Pflüger restaient localisés dans la couche fibreuse superficielle. A mesure que le testicule se développe, les canalicules séminifères augmentent de nombre et de volume, et refoulent de plus en plus les cellules interstitielles, que l'on ne retrouve plus chez l'adulte que par amas foncés aux carrefours des canalicules. La figure 12 représente une coupe portant sur le testicule d'un embryon de cheval, long de 50 centimètres. Les cellules interstitielles, tassées les unes contre les autres, forment un tissu compacte, au milieu duquel on distingue la coupe de trois canalicules séminifères. Ce tissu est absolument identique à celui du stroma de l'ovaire, ainsi que le montre la comparaison des figures 10 et 12. Il en est de même des cellules interstitielles isolées (Comp. les figures 11 et 13.)

Nous aurions voulu terminer cette étude en insistant sur les différentes modifications qui se produisent dans le testicule du cheval, pendant les premiers mois qui suivent la naissance, et surtout sur la production de gouttelettes ou de grains colorés à l'intérieur des cellules interstitielles. La difficulté de se procurer des testicules de jeunes étalons ne nous a pas permis d'entreprendre ces recherches.

(1) Il est à remarquer, en plus, que le testicule et l'ovaire chez les embryons de cheval ont la même forme ovoïde, les mêmes dimensions et le même aspect extérieur. L'hydatide de Morgagni, volumineuse chez cet animal, nous a seule permis de reconnaître à première vue, dans certains cas, si nous étions en présence d'un testicule ou d'un ovaire. Les trois embryons mâles que nous avons examinés mesuraient 20, 50 et 95 centimètres de long ; ils avaient pour longueur correspondante du testicule 38, 55 et 65 mm.

On pourrait représenter par le tableau suivant la descendance des différentes cellules interstitielles de l'ovaire et du testicule, chez le cheval, aux dépens des cellules interstitielles primitives.



La différenciation des cellules interstitielles parmi les autres éléments du tissu lamineux se fait de très bonne heure. Déjà, sur des embryons humains de 5 centimètres, on peut apercevoir, entre les canalicules séminifères à peine délimités, des cellules volumineuses, polyédriques ou fusiformes, finement granuleuses, colorables en jaune par le picrocarminate. Sur des embryons humains de 25 centimètres, ces cellules se sont multipliées. Elles forment des traînées épaisses entre les tubes du testicule, tranchant par leur teinte jaunâtre sur la coloration rosée de l'épithélium des canalicules. Cette multiplication ne paraît point due à une prolifération cellulaire : il est exceptionnel, en effet, de rencontrer deux noyaux dans une même cellule, et, d'autre part, nous n'avons jamais observé trace de segmentation sur aucune cellule interstitielle. L'augmentation en nombre de ces éléments, nous semble plutôt devoir tenir à une différenciation successive des cellules du tissu conjonctif les plus voisines, ainsi que le représente la figure 12, au pourtour des canalicules séminifères.

Il nous est impossible de préciser l'époque exacte à laquelle apparaissent les gouttelettes réfringentes à l'intérieur des cellules interstitielles. Elles s'y déposent probablement, chez l'homme, dans le cours des premières années. Nous avons si-

gnalé plus haut leur présence chez les carnassiers (lionceau) à la fin de la période embryonnaire.

V. — NATURE DES CELLULES INTERSTITIELLES.

La localisation des cellules interstitielles du testicule dans la trame lamineuse de cet organe, leur indépendance plus ou moins complète, la vascularité des amas qu'elles forment, leur mode de développement, semblent autant de preuves de leur nature conjonctive (1). Quelques auteurs cependant ont élevé des doutes à ce sujet. Déjà Henle, dans sa Splanchnologie, avait supposé que ce pourraient bien être des cellules nerveuses terminales ; mais comme cet observateur n'a jamais pu constater leur connexion avec des fibrilles nerveuses, il n'émet son opinion que sous toutes réserves. Letzerich (*loc. cit.*), sans s'occuper des cellules interstitielles, décrit et figure dans les cloisons intercanaliculaires du testicule de petits amas ganglionnaires en relation avec des tubes nerveux. Un examen attentif des figures données par Letzerich nous a prouvé que cet auteur avait simplement figuré des îlots de cellules interstitielles, sans montrer la continuité directe des fibrilles nerveuses avec ces éléments. On peut en dire autant de Harvey (*loc. cit.*), qui se fonde sur une simple réaction au chlorure d'or pour affirmer leur nature nerveuse.

Nous avons vu dans l'historique que la majorité des auteurs contemporains faisait rentrer les cellules interstitielles dans la classe des cellules conjonctives. Mihalkovics, dans son remarquable travail sur le testicule cité plus haut, signale en plus leur analogie avec les cellules des corps jaunes, et Waldeyer les range dans son groupe des plamazellen, non seulement à côté de ces derniers éléments, mais encore à côté des cellules des capsules surrénales, ainsi que des glandes coccygienne et inter-

(1) Il convient, dans l'état actuel de la science, de désigner sous le nom de *cellules du tissu conjonctif* tous les éléments cellulaires que l'on peut rencontrer normalement isolés dans ce tissu, à l'exception toutefois des fibres musculaires lisses et des leucocytes errants, que leurs caractères nettement définis ne permettent pas de confondre avec d'autres éléments.

carotidienne. Plus tard un élève de Waldeyer, P. Ehrlich (*loc. cit.*), établit une division dans le groupe des plamazellen de Waldeyer. Il montra que les cellules interstitielles du testicule, celles des corps jaunes, des capsules surrénales, etc., restaient incolores dans la solution alcoolique de dahlia, tandis que d'autres éléments, faisant également partie du même groupe, fixaient au contraire très activement le violet de dahlia, et prenaient une teinte violette des plus intenses. Dans une communication récente à la Société de physiologie de Berlin (séance du 17 janvier 1879), Ehrlich proposa de remplacer la dénomination de cellules plamatiques, qu'il avait primitivement adoptée pour tous les éléments se colorant en violet foncé sous l'influence du dahlia, par celle de « cellules granuleuses » (granulirte Zellen). Dès lors le groupe des plamazellen de Waldeyer, légèrement modifié par Ehrlich, comprendrait les éléments suivants :

1° Cellules interstitielles du testicule.
2° Cellules de la glande coccygienne.
3° Cellules de la glande intercarotidienne.
4° Cellules des capsules surrénales.
5° Cellules du placenta (décidua et serotina).

En 1877, dans notre *Précis d'histologie humaine*, M. Pouchet et moi avons réuni sous la désignation commune de « cellules interstitielles », avec les éléments décrits comme tels dans le testicule, les cellules propres de la paroi de l'ovisac, devenant ultérieurement cellules des corps jaunes, ainsi que celles qu'on trouve dans la trame de la muqueuse utérine (homme et singe), et qui subissent une multiplication considérable lors de la formation du placenta (cellules de la caduque, de la sérotine, etc.) (1). Tous ces éléments possèdent, en effet, de grands caractères de ressemblance. Ils restent d'abord incolores dans la solution de dahlia ou ne prennent qu'une légère

(1). M. Robin paraît être le premier auteur qui ait décrit les « cellules propres de la muqueuse utérine » comme espèce anatomique distincte (*Mémoire sur les modifications de la muqueuse utérine pendant et après la grossesse*, in *Mém. de l'Académie de médecine* (1861). Il les rapprocha des « cellules propres de la paroi de l'ovisac », sans toutefois les assimiler entièrement, par suite de quelques variétés de forme et surtout de leur siège différent.

teinte violette, ce qui les distingue des cellules granuleuses de Ehrlich ; ils se teignent tous en jaune-orangé par le picrocarminate. Ils contiennent tous des gouttelettes d'une substance réfringente, colorable en noir par l'acide osmique, et soluble dans l'éther, assimilable par suite à une substance grasse. Dans les corps jaunes, de même que dans le testicule, ces gouttelettes peuvent renfermer en plus une matière colorante dont la nuance varie du jaune au brun foncé. Enfin, toutes ces cellules sont généralement disposées au pourtour de vaisseaux sanguins (*tissu cellulaire périvasculaire, perivasculæres Zellgewebe* (Waldeyer), qu'elles peuvent même contribuer à oblitérer dans certains cas. C'est ainsi que Friedländer (*Physiologisch-anatomische Untersuchungen über den Uterus*, Leipzig, 1870) a récemment décrit un mode d'oblitération spécial aux veines de l'utérus gravide, qu'il désigne sous le nom de *thrombose spontanée des veines utérines*. Dans le cours du huitième mois de la gestation, on verrait, d'après cet auteur, les cellules interstitielles qui entourent les sinus veineux perforer la paroi de ceux-ci, et provoquer la formation d'un caillot, remplacé plus tard par du tissu lamineux résultant de la végétation même des tuniques lamineuses du vaisseau.

On peut dresser le tableau suivant des différentes cellules interstitielles du testicule, de l'ovaire et de la muqueuse utérine :

1° Cellules interstitielles du testicule.

2° Cellules interstitielles de la trame de l'ovaire (Stromazellen, Kornzellen, Parenchymzellen) (1).

3° Cellules propres de la paroi de l'ovisac (Ch. Robin), se transformant en cellules des corps jaunes.

4° Cellules propres de la muqueuse utérine (Ch. Robin), devenant les cellules de la caduque, de la sérotine (2).

(1). Ces cellules, considérées primitivement comme des *cellules migratrices* par Klebs (*Arch. de Virchow* (1861-1863), ont été successivement décrites sous les noms de *Stromazellen* par Schrön (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1863), de *Kornzellen* ou *Körnerzellen*, par His (*Max Schultze's Arch.*, 1865), et enfin de *Parenchymzellen* par Waldeyer. Leur structure et leurs réactions les font également rentrer dans le groupe des cellules interstitielles.

(2) De Sinéty (*Soc. de biologie*, 1877) aurait retrouvé des cellules analogues

Pour compléter l'énumération des cellules interstitielles, et reproduire le tableau entier des cellules dites plasmatiques de Waldeyer, il faudrait peut-être ranger, à côté de ces éléments, dans d'autres organes, les cellules des capsules surrénales et celles des glandes coccygienne et intercarotidienne, qui fixent également l'acide picrique et restent incolores dans la solution de dahlia. Nous n'avons pas fait sur ce point spécial des recherches suffisantes, nous permettant d'avoir une opinion personnelle.

VI. — CONCLUSIONS.

De l'ensemble des recherches précédentes, nous croyons pouvoir formuler les conclusions suivantes :

1° Le tissu lamineux lâche interposé aux canalicules séminifères, ainsi que les cloisons plus épaisses émanant du corps d'Highmore, renferment comme élément constituant des cellules spéciales de forme variable, désignées depuis Hofmeister sous le nom de cellules interstitielles (Zwischenzellen, Zellen der Zwischensubtanz). Chez la plupart des animaux adultes (carnassiers, porc, cheval, etc.), ces éléments se chargent de gouttelettes graisseuses qui peuvent se colorer en brun noirâtre, et donner à l'ensemble de la masse testiculaire une teinte plus ou moins foncée.

2° Suivant les animaux, ces cellules sont disposées en traînées ou en îlots le long des vaisseaux sanguins, ou bien répandues irrégulièrement entre les tubes du testicule.

3° Sous l'influence du picrocarminate d'ammoniaque, elles se colorent en jaune-orangé, propriété qui leur est commune avec les cellules des corps jaunes. L'étude comparative du développement du testicule et de l'ovaire chez les embryons de cheval permet, du reste, d'assimiler entièrement ces deux variétés d'éléments, et de les réunir dans un même groupe sous le nom commun de « cellules interstitielles ». Il en est de même des cellules propres de la muqueuse utérine (decidua et serotina),

comme partie constituante des enveloppes fœtales dans un cas de grossesse extra-utérine.

et probablement de celles des capsules surrénales et des glandes coccygienne et intercarotidienne.

4° La nature conjonctive des cellules interstitielles est suffisamment attestée par leurs réactions chimiques, leur disposition réciproque et leur mode de développement. Du reste, les auteurs qui ont admis la nature nerveuse de ces éléments ne sont jamais parvenus à démontrer leur connexion avec le système nerveux.

EXPLICATION DES PLANCHES XXV ET XXVI.

Planche xxv.

Toutes les figures de cette planche sont représentées à un grossissement de 500 diamètres.

Fig. 1. — Deux amas de cellules interstitielles du testicule chez le kanguroo.

Fig. 2. — Cellules interstitielles chez le rat adulte. Absence de granulations.

Fig. 3. — Les mêmes chez le jeune rat.

Fig. 4. — Ilot de cellules interstitielles chez le cochon d'Inde. Forme pavimenteuse avec fines granulations.

Fig. 5. — Traînée de cellules interstitielles le long d'un capillaire chez le même animal.

Fig. 6. — Cellules interstitielles chez le chat adulte. Le corps cellulaire est farci de gouttelettes réfringentes.

Fig. 7. — Les mêmes chez l'étalon. Coloration noirâtre des gouttelettes.

Fig. 8. — Cellules interstitielles du porc traitées par l'acide osmique. Les gouttelettes ont pris une teinte foncée sous l'influence du réactif.

Fig. 9. — Cellules interstitielles chez l'homme.

Planche xxvi.

Fig. 10. — Coupe demi-schématique représentant la surface de l'ovaire d'un embryon de cheval long de 30 centimètres.

a. Couche ovigène tapissée par l'épithélium germinatif de Waldeyer, et parcourue par les traînées de Pflüger.

b. Stroma de l'ovaire entièrement formé de tissu interstitiel.

Fig. 11. — Deux cellules interstitielles (primitives) de l'ovaire précédent, grossies 500 fois.

Fig. 12. — Coupe demi-schématique portant sur le testicule d'un embryon de cheval long de 50 centimètres. On aperçoit la section de trois canalicules séminifères au milieu du tissu interstitiel.

Fig. 13. — Trois cellules interstitielles du testicule précédent, à un grossissement de 500 diamètres.

RECHERCHES

SUR LES PHÉNOMÈNES QUI PRÉCÈDENT

LA

SEGMENTATION DE L'ŒUF

CHEZ L'HÉLICE (*H. aspersa*)

Par J. PÉREZ

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

(PLANCHES XXVII ET XXVIII.)

I. — COMPOSITION DE L'ŒUF.

Bien que ce travail soit particulièrement consacré, comme son titre l'indique, aux premiers phénomènes du développement chez l'Hélice, je ne crois pas inutile d'entrer d'abord dans quelques détails sur la constitution même de l'œuf de cet animal, encore aujourd'hui l'objet d'interprétations différentes.

Un assez grand nombre de naturalistes se sont occupés de l'œuf de divers Gastéropodes pulmonés. Je résumerai brièvement les principaux résultats de leurs recherches.

E. Semper (1), le premier, reconnut, chez quelques Pulmonés aquatiques, que les follicules de la glande hermaphrodite, avant l'époque de l'activité fonctionnelle, sont tapissés d'un épithélium vibratile, dont certaines cellules se transforment plus tard, les unes en ovules, les autres en cellules spermatiques. Ces résultats ont été confirmés par Stepanoff (2), Ke-

(1) E. Semper, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Zeitschr. für wiss. Zool.*, VIII, 1857.

(2) Stepanoff, *Ueber die Geschlechtsorgane und die Entwickelung von Ancylus fluviatilis. Mém de l'Acad. impér. des sc. de St.-Pétersbourg.* VIIe Sie. T. X, 1866.

ferstein (1), de Lacaze-Duthiers (2), Eisig (3), et, plus récemment, par Waldeyer (4).

L'accord est bien moins grand, entre les divers observateurs, quand il s'agit de savoir si l'œuf des Pulmonés possède ou non une membrane vitelline.

Gegenbaur (5) admet que cette membrane existe chez le *Limax agrestis* et le *Clausilia similis*, où elle devient évidente surtout par l'action prolongée de l'eau. Semper (6) la reconnaît aussi chez le *Lymnaeus stagnalis*, le *Planorbis marginatus* et le *Succinea amphibia*. Leuckart (7), Keferstein et Ehlers (8) l'admettent encore, le premier chez la Lymnée, les seconds chez l'*Æolis peregrina*.

Stepanoff (9) refuse à l'œuf de l'*Ancylus fluviatilis* une membrane distincte. Le vitellus, dit-il, paraît simplement entouré d'une zone claire, dépourvue de granulations. Quelques auteurs ont pensé que la membrane vitelline, dans l'œuf des Gastéropodes, doit se chercher, non sur le vitellus lui-même, mais autour de l'albumen, sous la coque. Elle serait, suivant cette opinion, détachée de la sphère vitelline par l'absorption de l'albumine que l'œuf rencontre dans le voisinage de la glande albuminipare. Stepanoff réfute cette manière de voir par un argument digne d'attention. Il a observé quelquefois des œufs d'Ancyle contenant, dans une seule sphère d'albumen, deux vitellus qui se développent ultérieurement en deux embryons distincts, et il rappelle à ce propos des observations pareilles

(1) Keferstein, *Beobachtungen von Helix pomatia*. Bronn, *Classen und Ordnungen des Thierreiches*. III.

(2) Lacaze-Duthiers, *Note sur le développement de l'œuf chez les Mollusques et les Zoophytes. Comptes rendus*, LXVII, 1868.

(3) H. Eisig, *Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane von Lymnæus. Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XIX, 1869.

(4) W. Waldeyer. *Eierstock und Ei*, 1870.

(5) Gegenbaur, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgastropoden. Zeitschr. f. wiss. Zool* B^d III, 1851.

(6) *Loc. cit.*

(7) Leuckart, *Zeugung*, dans Wagner, *Handwörterbuch der Physiologie*, IV, 1853.

(8) Keferstein et Ehlers, *Zoologische Beiträge*, 1861.

(9) Stepanoff, *Ueber Geschlechtsorgane und Entwickelung von Ancylus fluviatilis*, dans *Mém. de l'Acad. impér. des sc. de S.-Pétersbourg*. T. X, 1866.

faites par Karsch (1) chez la Lymnée, par Jacquemin (2) chez le Planorbe, par Carus (3), qui aurait vu chez le même animal, jusqu'à sept vitellus dans un même œuf. A ces exemples cités par Stepanoff, on peut ajouter celui que de Lacaze-Duthiers (4) a récemment décrit et figuré avec beaucoup de soin chez le *Philline aperta*. Les œufs de ce Mollusque contiennent souvent, englobés dans un même albumen et une même enveloppe, deux vitellus qui plus tard donnent naissance à deux embryons finissant par se souder et donner naissance à des monstres doubles.

Ludwig (5) émet l'avis que les opinions opposées dans cette question tiennent aux impressions et aux interprétations particulières des différents auteurs, bien plus qu'aux faits eux-mêmes; « car, dit-il, entre une couche superficielle condensée et une membrane distincte, il n'y a point de contradiction, et il existe d'un état à l'autre tous les degrés de transition. »

H. von Jhering (6), cependant, se prononce pour l'existence d'une membrane vitelline chez les *Helix pomatia* et *nemoralis*. Il regarde comme telle, dans l'œuf de ces espèces, une fine enveloppe que la sortie des globules polaires met, dit-il, en évidence, car elle est soulevée par ces corpuscules. Je remarquerai que, bien que l'auteur rep.ésente deux globules polaires, un seul, dans ses figures, paraît enveloppé par la membrane soulevée, l'autre se trouve en dehors.

Déjà bien avant Jhering, Ch. Robin (7) avait observé cette fine

(1) Karsch, *Die Entwickelungsgeschichte der* Lymneus stagnalis, ovatus *und* palustris. *Archiv. f. Natuturgeschichte*, 1846.

(2) Jacquemin, *Rech. anat. et physiolog. sur le développement du Planorbis corneus*, 1835.

(3) Carus, *Von den aüsseren Lebensbedingungsn der warm — und kaltblütigen Thiere*, 1824.

(4) De Lacaze-Duthiers, *Sur la formation des monstres doubles chez les Gastéropodes. Archives de zool. expér. et gén.* T. IV, 1875.

(5) Ludwig, *Ueber die Eibildung im Thierreich*, 1874.

(6) H. von Jhering, *Ueber Entwickelungsgeschichte von* Helix. *Jenaische* Zeitschr. *für Naturwissenschaft*, B^d IX, 1875.

(7) Ch. Robin, *Mém. sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule après la fécondation*, dans le *Journal de la physiol. de l'homme et des animaux*, 1862, et *Mém. sur le développement embryogénique des Hirudinées. Mém. de l'Acad. des sciences*, 1875.

membrane dans les œufs de Pourpre et de Lymnée. Mais l'interprétation qu'il en donne est tout autre que celle de l'auteur allemand. Pour lui, ce n'est point une membrane vitelline, mais une simple « pellicule » détachée de la couche superficielle du vitellus. Ch. Robin, d'ailleurs, ainsi que Jhering, représente l'un des globules polaires en dehors de la pellicule, l'autre au-dessous. Cette différence de situation, jointe à d'autres considérations, telles que la sortie du second globule polaire « tout formé » du vitellus, conduit l'éminent anatomiste à distinguer des globules polaires de deux ordres, et à désigner sous le nom de « globule spécial » celui qui se forme sous la pellicule.

L'œuf ovarien de l'*Helix aspersa* (fig. 1), à quelque âge que je l'aie observé, depuis le moment où il commence à présenter quelques granulations vitellines jusque vers sa maturité exclusivement, s'est toujours montré pourvu d'une membrane vitelline. Cette enveloppe est d'autant plus évidente que l'œuf est plus jeune et moins granuleux. L'eau la distend alors aisément. Mais dans l'œuf mûr (fig. 2), il est très difficile de se convaincre de son existence : l'eau ne la gonfle plus, et les réactifs colorants ne parviennent pas à la distinguer du protoplasme sous-jacent. A ce moment donc, on conçoit les divergences d'opinion qui se sont produites à son sujet et les remarques qu'elles ont suggérées à Ludwig.

Il en est de même dans l'œuf complet, dont le vitellus est entouré d'albumen et revêtu de sa coque. La couche la plus extérieure du vitellus ne laisse voir qu'une zone transparente libre de granulations, où il est impossible de discerner une membrane. Aurait-elle disparu durant la maturation de l'œuf? Il est plus naturel de penser que la densité et la réfringence augmentées du protoplasme vitellin empêchent de l'en distinguer, tandis que d'autre part une plus grande viscosité du contenu ne permet plus à l'eau de l'en séparer.

J'ai cherché à résoudre le problème par l'étude des changements qui se produisent à l'extérieur de l'ovule, dès l'instant

où il arrive dans l'oviducte, où il se revêt de son albumen et de sa coque.

Quand on ouvre une Hélice en train de commencer sa ponte, il est assez ordinaire de trouver, outre le chapelet de gros œufs qui remplissent l'oviducte, le diverticule distendu par un plus ou moins grand nombre d'ovules semblables à ceux que l'on voit dans la glande hermaphrodite. Il semble qu'en observant un assez grand nombre de sujets, on dût arriver à trouver, dans le fond supérieur de l'oviducte, des œufs à toutes les phases de la production de l'albumen et des enveloppes. Il n'en est rien. Le premier œuf de la série est toujours assez volumineux ; il possède déjà une atmosphère considérable d'albumen, car il a un diamètre de 2^{mm} au moins, souvent 2, 5 ou même 3. Cet albumen est en outre enfermé dans une mince enveloppe, très peu résistante. L'œuf qui le suit, et qui a déjà le diamètre définif de 4^{mm} ou $4^{mm},5$, est en tout semblable au premier, sauf le volume et une plus grande consistance de l'enveloppe. Rarement il montre quelques rudiments de coque ; mais elle est très marquée dans le troisième, qui souvent paraît sensiblement opaque par le dépôt des corpuscules calcaires dans l'épaisseur du chorion, tandis que les deux premiers, le premier tout au moins, sont d'une parfaite limpidité.

Le fond de l'oviducte ne présentant jamais d'œuf ayant moins de 2^{mm}, il est impossible d'y observer les premières phases de la formation de l'albumen, et j'ai longtemps désespéré de les découvrir. L'état de cet œuf fournit néanmoins une donnée importante. Comme il est déjà pourvu d'une enveloppe, qui sera plus tard la membrane de l'albumen sous-jacente à la coque ; comme il doit grossir encore, et son albumen augmenter, il est certain que l'albumen qui s'ajoute à lui depuis le moment où on l'observe, est absorbé par la membrane. Il n'est donc point exact, ainsi que beaucoup d'auteurs, Stepanoff notamment, l'affirment sans l'avoir observé, que l'albumen se dépose simplement autour du vitellus, et que la membrane se forme ultérieurement, quand le dépôt d'albumen est accompli.

A première vue, le fait que je viens de signaler pourrait sem-

bler favorable à l'opinion qui considère la membrane de l'albumen comme une membrane vitelline soulevée. Et je m'étais moi-même arrêté d'abord à cette interprétation (1). Mais il faut considérer que, s'il en était ainsi, on ne verrait jamais deux vitellus dans un même albumen, fait dont il a été donné tant d'exemples. La membrane vitelline se soulevant autour de chaque vitellus, chacun de ces deux corps serait isolé dans un albumen particulier, contenu lui-même dans une membrane propre. Il pourrait seulement se produire des cas d'inclusion de deux œufs englobés avec leur albumen et leur membrane propre, sous une coque commune, quand cette enveloppe existe ; et la soudure ultérieure des deux embryons, qu'à observée de Lacaze-Duthiers, ne serait pas possible. La membrane de l'albumen, ainsi que Stepanoff l'a déjà remarqué, ne peut donc être une membrane vitelline soulevée.

Restent donc deux hypothèses possibles : ou bien un premier dépôt d'albumine se fait autour de l'œuf entrant dans l'oviducte, et la couche la plus extérieure se condense en une membrane, à travers laquelle le surplus d'albumine nécessaire pour compléter l'œuf s'introduit par endosmose ; ou bien la membrane se forme tout d'abord, et l'albumen tout entier est absorbé par l'enveloppe. La seconde hypothèse, la plus probable *à priori*, est aussi celle qui se trouve conforme à la réalité.

J'avais depuis longtemps renoncé à résoudre ce problème difficile, lorsque, essayant un jour de débrouiller les connexions du diverticule avec l'origine de l'oviducte, je vis fluer subitement de l'intérieur du diverticule, qui était fort distendu, 40 ou 50 œufs, qui passèrent dans une sorte de poche qui se voit à la base de la glande de l'albumine, et qui peut être considérée comme l'origine de l'oviducte. Quelques-uns de ces œufs se gonflèrent immédiatement dans l'eau, et montrèrent autour d'eux, à une certaine distance du vitellus, une membrane assez épaisse, comme formée de plusieurs fines lamelles superposées (fig. 3). C'était évidemment la membrane de l'albumen

(1) *Mém. de la Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux Extr. des procès-verbaux des séances*, 2e Série. T. I, 1875.

récemment formée, et résultant, d'après sa structure même, du dépôt d'une substance assez dense autour du vitellus.

Il est donc démontré que, avant d'arriver dans l'oviducte, les œufs reçoivent, soit dans la partie inférieure du diverticule, soit dans la dilatation basilaire de la glande albumineuse, un revêtement épais, doué d'une grande extensibilité, qui devient la membrane de l'albumen, par l'absorption du liquide versé par la glande au fond de l'oviducte. La puissance osmotique considérable de cette membrane fait qu'elle absorbe rapidement ce produit, et explique comment on ne rencontre jamais dans le fond de l'oviducte que des œufs déjà fort grossis.

C'est donc bien sur le vitellus lui-même, et non ailleurs, qu'il faut chercher la membrane vitelline, si tant est qu'elle existe. Nous avons vu que von Jhering l'y trouve effectivement, et regarde comme telle la fine membrane soulevée par les globules polaires. Ch. Robin est d'un tout autre avis, et considère cette membrane comme une simple pellicule sans rapports avec une membrane vitelline, et s'en distinguant même par son extrême minceur et les plis fins et nombreux qu'elle présente lorsque l'œuf est segmenté. Cette pellicule disparaît d'ailleurs par putréfaction, ajoute Ch. Robin, ainsi que la membrane vitelline, au terme du développement de l'embryon.

Le savant anatomiste prend l'enveloppe de l'œuf des pulmonés aquatiques pour la membrane vitelline, tandis qu'elle n'est réellement que la membrane de l'albumen. Cette interprétation devait nécesairement le conduire à refuser à la pellicule soulevée par les globules polaires la signification d'une membrane vitelline. Si on lui attribue au contraire cette dernière qualité, la composition anatomique de l'œuf des différents pulmonés ne présente plus aucune difficulté, et la discussion est close sur la question de la présence ou non d'une membrane vitelline. En même temps disparaît cette complication résultant de l'existence d'une pellicule, distincte de cette membrane, et demeurant comme elle étrangère aux phénomènes de l'évolution embryogénique.

J'ai retrouvé cette membrane chez l'*Helix*, avec tous les carac-

tères que Ch. Robin lui assigne chez les *Purpura lapillus*, *Lymnæa stagnalis* et *auricularia*. Je suis obligé seulement de m'écarter en un point de la description qu'il en donne chez ces animaux. J'ai reconnu, chez l'*Helix*, que cette membrane, loin de séparer l'un de l'autre les deux globules polaires, et de marquer ainsi entre l'un et l'autre une différence importante, les enveloppe tous deux. Le premier sorti, comme le dernier, se trouve sous la pellicule. On la voit très distinctement, il est vrai, former, selon l'expression de Ch. Robin, comme un pont du vitellus au globule le plus voisin, le plus éloigné restant en dehors de ce pont. Mais, en y regardant avec attention, on voit se détacher de ce trait mince un trait encore plus délié, de chaque côté de la base du globule extérieur, et se raccordant avec la surface de celui-ci. Ch. Robin a très bien exprimé cet aspect dans ses figures, mais en le déterminant comme le pédicule du premier globule polaire. Le passage qu'il a observé de la substance de ce globule dans le second, malgré l'interposition de la pellicule, et au travers d'elle, se conçoit bien mieux si cet obstacle à la fusion des deux corpuscules n'existe pas. Il est des cas où l'inclusion du premier globule sous la membrane ne peut laisser aucun doute. J'ai représenté (fig. 11), dans un œuf segmenté en 8, les deux globules gisant à côté l'un de l'autre sur le vitellus, très évidemment entourés d'une commune enveloppe. La figure 12 fournit encore la même preuve sur un œuf dont les deux globules polaires se sont accidentellement segmentés chacun en deux autres. J'ajouterai que cette membrane se rompt avec la plus grande facilité, de manière à rendre libre quelquefois seulement le corpuscule le plus extérieur.

Ces faits démontrent dans la membrane vitelline une très grande extensibilité, qui n'est pas sans exemple chez d'autres espèces animales. Nous verrons plus loin une manifestation remarquable de cette propriété.

La coque et la membrane de l'albumen, chez l'*Helix aspersa*, adhèrent assez fortement l'une à l'autre pour qu'il soit difficile d'isoler la seconde sans la rompre. Chez le *Limax agrestis*, au contraire, les deux enveloppes se séparent très facilement.

Aussi les œufs de ce dernier animal, mis dans l'eau, absorbent promptement ce liquide, qui commence par distendre la coque en s'infiltrant entre celle-ci et la membrane de l'albumen, laquelle conserve une forme sphérique, tandis que la coque devient ellipsoïde. L'intervalle qui s'accuse ainsi entre les deux enveloppes explique peut-être l'opinion de van Beneden, qui admet un liquide particulier entre l'une et l'autre. Chez l'*Helix aspersa*, l'eau ne produit pas les mêmes effets : les deux membranes se gonflent simultanément en conservant leur adhérence mutuelle. Mais la désorganisation plus facile de la coque la fait souvent éclater dans l'eau au bout de quelques heures, et on peut alors la détacher par lambeaux de la membrane de l'albumen, qui résiste davantage. Ainsi dépouillé, l'œuf de l'Hélice, selon la remarque de von Jhering, comme tout œuf de gastérépode muni d'une coque, correspond exactement à l'œuf des pulmonés aquatiques.

II. — L'ŒUF DANS LE DIVERTICULE.

J'ai démontré, dans un travail publié dans les *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux* (1), que la fécondation des œufs, chez les Gastéropodes androgynes, s'opère dans le diverticule, organe remarquable par sa structure, et où vont se loger, après avoir quitté la poche copulatrice et gravi toute la longueur de l'oviducte, les spermatozoïdes provenant de l'accouplement.

Quand on rencontre une Hélice en partie enterrée et en train de creuser la cavité où elle va déposer ses œufs, ou même ayant déjà commencé sa ponte, on est à peu près sûr de trouver dans son diverticule un plus ou moins grand nombre d'œufs semblables d'aspect aux œufs mûrs qui se voient dans la glande hermaphrodite. Des spermatozoïdes fort agiles s'agitent avec une grande vivacité autour de ces ovules. Les filaments séminaux, ainsi que cela s'observe d'ailleurs chez d'autres espèces, sem-

(1) *Recherches sur la génération des Mollusques gastéropodes. Mém. de la Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux.* T. IV.

blent, en dardant leur tête contre la surface de l'œuf, faire effort pour y pénétrer. Telle est l'énergie de leurs mouvements, que souvent ils impriment à l'œuf, quand celui-ci est libre dans ses mouvements, une trépidation très sensible.

Le nombre très variable des œufs que contient le diverticule peut s'élever à quarante ou cinquante. Ils apparaissent, à l'œil nu, comme de petites granulations très régulières, d'un blanc mat, qui tranchent sur le fond translucide du diverticule. Les parois du canal qui les renferme sont assez épaisses, condition peu favorable à l'observation du rôle des spermatozoïdes dans la fécondation.

Y a-t-il, chez l'Hélice, pénétration d'un ou plusieurs spermatozoïdes? La fécondation résulte-t-elle d'une simple dissolution de l'élément séminal à la surface de l'œuf qui l'absorbe? Les conditions de l'observation ne m'ont permis de rien voir de décisif à ce sujet. Mais je puis affirmer néanmoins que, sur des centaines d'œufs pris dans le diverticule rempli de spermatozoïdes en mouvement, et examinés avec le plus grand soin sur toute leur surface, je n'ai rien vu qui, de près ou de loin, ressemblât à un spermatozoïde plus ou moins engagé dans la sphère vitelline.

En outre, j'ai observé plus d'une fois, dans le diverticule, des œufs ayant tous les caractères d'œufs fécondés, et pas un seul spermatozoïde autour d'eux. La disparition des spermatozoïdes serait-elle le résultat ordinaire de la fécondation? Je serais porté à le croire; car, lorsque la ponte est déjà avancée, et que tous les œufs fécondés ont quitté le diverticule, ce réceptacle ne contient jamais de spermatozoïdes. Et, d'autre part, les œufs qui viennent de descendre dans l'oviducte ne présentent jamais rien que l'on puisse regarder comme un spermatozoïde ou quoi que ce soit qui en provienne. Je dois cependant rappeler que Gegenbaur (1) dit avoir observé dans l'œuf du *Limax agrestis* des spermatozoïdes autour du vitellus, encore visibles lorsque l'embryon était déjà formé, immobiles et contournés en tire-bouchon vers la tête du petit animal, ou plus souvent cou-

(1) Gegenbaur. *Beiträge zur Entwickelnngsgeschichte der Landgastropoden. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool.* Bd. III. 1851.

chés les uns au travers des autres, irrégulièrement plissés et dirigés en tous sens. H. Fol (1) dit aussi avoir constaté sur les œufs fécondés des Ptéropodes, tant dans l'albumen que dans la substance albumineuse qui l'enveloppe, des spermatozoïdes immobiles. L'œuf fécondé de l'Hélice s'est toujours montré à moi absolument dépourvu de spermatozoïdes, soit à la surface du vitellus, dont les contours sont d'une netteté parfaite, soit dans l'albumen, dont la transparence ne laisserait pas échapper le moindre filament.

Tandis que la pénétration des spermatozoïdes dans l'œuf a été tant de fois signalée chez diverses espèces, aucun observateur, jusqu'à ce jour, n'a dit avoir observé la pénétration de l'élément séminal dans l'œuf d'un Mollusque. Quelques auteurs cependant n'hésitent pas à regarder comme certaine cette pénétration, dont ils n'ont pas été témoins. O. Hertwig figure même dans l'œuf de *Tiedemannia* un trait ondulé qu'il considère comme la queue d'un spermatozoïde (2). Nous aurons à apprécier plus loin ces données. Pour le moment, je dois déclarer que, malgré tous mes efforts pour découvrir les rapports des œufs avec les spermatozoïdes qui les fécondent dans le diverticule, il m'a été impossible de discerner autre chose, au milieu du fourmillement confus des spermatozoïdes, que l'accolement immédiat de quelques-uns d'entre eux à la surface du vitellus, où ils se tenaient immobiles.

Ma conviction d'ailleurs est que là s'arrête le rôle mécanique du spermatozoïde, qu'à cela se réduisent ses rapports morphologiques avec l'ovule. Si je n'avais à ce sujet d'autres données que celles que m'a fournies une étude longtemps poursuivie, il est vrai, chez un animal relativement peu propre à cette recherche, j'hésiterais à exprimer ainsi ma pensée. Mais des espèces où l'observation est plus facile, les petits Nématoïdes par exemple, ne m'ont jamais montré autre chose. J'ajouterai

(1) *Etudes sur le développement des Ptéropodes. Archives de zoolog. expérim. et générale de Lacaze-Duthiers*, t. IV, 1875.

(2) O. Hertwig. *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morpholog. Jahrbuch de Gegenbaur*, B.d IV, Hft 2, 1878.

même que des animaux que l'on peut citer parmi ceux dont les œufs présentent la structure la mieux adaptée en apparence à l'introduction du spermatozoïde, les insectes, sont précisément ceux qui m'ont fourni la démonstration la plus convaincante que la pénétration n'est pas indispensable à la fécondation. Le micropyle, chez les insectes (1), ne sert point et ne peut servir à livrer passage au spermatozoïde. Un mémoire spécial, dont les observations sont terminées, établira, je l'espère, ce fait inattendu, et qui m'a profondément surpris moi-même, quand je l'ai constaté.

N'étant point convaincu *a priori*, comme certains savants, de la nécessité d'une pénétration réelle et personnelle, si je puis ainsi m'exprimer, de l'élément séminal; ne trouvant point d'ailleurs aux preuves qu'on en a fournies le caractère d'une démonstration scientifique, je crois, jusqu'à démonstration suffisante, que la fécondation est simplement le résultat de la dissolution du spermatozoïde à la surface du vitellus, et de l'absorption de sa substance par l'ovule.

L'imprégnation se rattacherait de la sorte, d'une manière intime, à la nutrition de l'ovule, et aurait pour effet de lui apporter un surcroît de vitalité nécessaire à son évolution ultérieure.

Cette signification donnée à l'acte de la fécondation a l'avantage de se prêter naturellement à l'explication de certains faits exceptionnels, si peu compris jusqu'ici, qu'on a souvent pu les regarder comme inexacts. Tel est le phénomène de la parthénogenèse, que l'on a tenté, à diverses reprises, de réduire à l'acte normal et régulier de la fécondation; cela n'est point nécessaire, et l'on peut autrement ramener l'un et l'autre cas à une même loi générale. Il suffit pour cela de considérer que l'on peut établir entre les œufs des différents animaux, au point de vue de leur aptitude au développement, la gradation suivante :

1° Il est des œufs qui, sans fécondation, se segmentent et produisent un animal bien développé (parthénogenèse).

2° Il est des œufs qui, non fécondés, se segmentent et pour-

(1) Je ne dis rien du micropyle de l'œuf des Poissons, ni d'autres animaux, que je n'ai point étudiés à ce point de vue.

suivent leur évolution jusqu'à la formation du jeune animal; mais celui-ci, trop faible, ne peut éclore et meurt dans la coque (Bombyx).

3° Il est des œufs qui, non fécondés, manifestent une segmentation plus ou moins avancée, tôt ou tard irrégulière, puis enfin arrêtée. (Hermelles, etc.)

4° Enfin, il est des œufs, et c'est le plus grand nombre, qui, non fécondés, ne présentent aucune trace d'évolution commençante.

Le Bombyx du mûrier fournit à cet égard l'exemple le plus remarquable. Parmi les œufs d'une femelle non fécondée, on en voit toujours un certain nombre demeurer clairs et s'affaisser en se desséchant. Un plus ou moins grand nombre prennent la couleur bleuâtre caractéristique de la formation du blastoderme. De ces derniers, les uns se dessèchent aussi sans produire un embryon; un grand nombre donnent un jeune ver, mais celui-ci, presque toujours trop faible, meurt dans sa coque sans pouvoir la ronger pour éclore. Rarement quelques-uns, sur des centaines, viennent à bien comme les œufs fécondés.

Entre l'œuf parthénogénésique et l'œuf qui n'évolue point sans fécondation préalable, il n'y a donc aucune différence essentielle. Tous les degrés existent entre l'un et l'autre, et il n'y a, dans la série, que des différences en plus ou en moins dans la vitalité de la cellule ovulaire. La fécondation vient suppléer à l'insuffisance d'énergie vitale de cet élément, ou plutôt de son noyau, et le rend apte, s'il ne l'est déjà par lui-même, à proliférer activement, à se multiplier avec une grande énergie.

Toutes les considérations qui précèdent seraient sans doute non avenues, et tomberaient d'elles-mêmes, si la pénétration était un fait établi. Mais on verra plus loin les raisons qui s'opposent, selon moi, à ce que l'on considère cette démonstration comme faite.

Quand ils viennent d'arriver dans le diverticule, les œufs sont tout à fait semblables aux œufs mûrs que l'on rencontre presque toujours dans la glande hermaphrodite. Un grand espace

clair y marque la place de la vésicule germinative, qu'une légère pression fait parfaitement ressortir. Le contenu de cette vésicule est d'une grande limpidité, à peine troublé quelquefois par quelques granulations très fines et très pâles, et la tache germinative, parfaitement sphérique, est très réfringente et d'un jaune brillant uniforme (fig. 6). La tache présente quelquefois un très petit nucléole. Le diamètre de la vésicule est de $0^{mm},065$ environ, la tache mesure un peu plus de 0.03. La vésicule est toujours excentrique, et même ordinairement très rapprochée de la surface du vitellus.

Le premier changement appréciable, à un faible grossissement, que présente l'ovule ayant séjourné quelque temps dans le diverticule, au milieu du sperme qui le féconde, est la diminution d'étendue de l'espace clair dû à la présence de la vésicule germinative (fig. 2, b.). Il peut même se faire, suivant le côté que l'œuf présente à l'observateur, que la sphère vitelline paraisse entièrement obscure. Mais il suffit de faire rouler l'œuf sur lui-même ou de le comprimer faiblement pour que l'espace clair reparaisse. Mais on ne voit plus, dès lors, ni la vésicule, ni la tache germinatives. L'une et l'autre ont disparu. Nous verrons plus loin comment se produit ce phénomène important.

A la place du noyau de l'œuf disparu, on ne voit plus, si l'on ne fait point usage de réactifs, qu'une substance protoplasmique hyaline, le contenu transformé de la vésicule germinative, et plus ou moins mêlé, au moins vers ses limites, de granulations vitellines. Il arrive très fréquemment que la manipulation écrase cette substance transparente et la confonde avec le vitellus. On pourrait croire, en pareil cas, que l'espace clair a cessé naturellement d'exister. Mais, comme on le retrouve, avec tous ses caractères, dans des œufs plus avancés contenus dans l'oviducte, cette supposition ne saurait être admise. Jusqu'en ces derniers temps, on croyait être suffisamment renseigné sur la présence de la vésicule germinative par l'existence, dans l'œuf mûr, d'un espace dépourvu de granules. Mais cette apparence persiste encore longtemps après la disparition du noyau de

l'œuf. Et, quand celui-ci a cessé d'exister, en tant qu'individualité histologique, nous verrons qu'un organisme plus compliqué lui succède, qui persiste même alors que tout espace clair a cessé de se montrer dans l'intérieur de l'œuf.

Quand l'œuf fécondé quitte le diverticule et descend dans l'oviducte, la sphère vitelline présente encore l'apparence qui vient d'être décrite. Elle persiste dans l'œuf déjà entouré d'albumen et revêtu de sa coque, jusqu'au moment de la formation des globules polaires.

Les œufs qui se trouvent vers le bas du diverticule, et qui, par conséquent, viennent d'être fécondés, présentent assez souvent un phénomène qu'il importe de signaler. La surface de la sphère vitelline offre des saillies fort remarquables, de forme conique, composées d'une substance protoplasmique extrêmement ténue, et qui rappelle les expansions pseudopodiques de certains Radiolaires (fig. 4). Elles reposent sur le vitellus par une base élargie, et se terminent par une pointe plus ou moins aiguë. La transparence de ces saillies est telle, qu'elles peuvent facilement échapper à l'observateur non prévenu. Leur base présente néanmoins, quelquefois, des granulations peu nombreuses, qui ne sont autre chose que des granules vitellins entraînés plus ou moins loin par la substance fluide qui constitue essentiellement ces saillies. Leur longueur peut atteindre jusqu'aux 2/5 du rayon de la sphère vitelline. Leur direction normale est toujours celle de ce rayon prolongé. Mais elles se déforment avec la plus grande facilité par la rotation que les manipulations impriment à l'œuf dans l'albumen qui l'entoure.

Ces expansions sarcodiques ne m'ont jamais paru présenter des mouvements amœbéens appréciables. Je ne les ai jamais vues changer spontanément de forme. J'ai cependant distingué quelquefois, dans les plus volumineuses, de faibles déplacements des granules qui se voient dans leur base, causées, sans doute, par des changements de forme des expansions, que je ne parvenais point à apprécier.

Ces saillies se voient encore dans l'œuf arrivé depuis peu

dans l'oviducte, entouré d'albumen, et même possédant déjà une coque plus ou moins formée. Là, on peut être témoin de leur rétraction et de leur rentrée dans le vitellus, d'où elles étaient sorties. Cet état de rétraction est représenté dans la figure 5. Au lieu d'être longues et pointues, comme au moment de leur plus grande expansion, les saillies sont notablement raccourcies ; elles affectent une forme obtuse ou irrégulièrement arrondie. Leur base, jadis élargie, est remplacée par un court pédicule qui les rattache au vitellus.

Il est de toute évidence que ces saillies ne sont autre chose que des exsudations de la partie la plus fluide du protoplasme vitellin. Quant à leur rôle, il est fort problématique, aussi bien que la cause de leur production, deux choses qu'il serait fort intéressant de connaître. Ne faut-il y voir qu'un simple effet des contractions de la sphère vitelline après la fécondation, de la concentration des matériaux solides du vitellus? Auraient-elles quelque rôle important à remplir dans l'imprégnation? C'est ce qu'il m'est impossible de décider. Tout ce que je puis dire, c'est que leur présence coïncide avec celle du système de radiations qui succède à la vésicule germinative disparue, et elles sont toujours rentrées dans le vitellus avant la sortie du premier globule polaire. Peut-être la contemporanéité de ces deux formation est-elle un indice d'un rapport plus intime entre l'une et l'autre.

Je n'hésite point à assimiler à ces expansions la protubérance hyaline unique, à sommet arrondi, reposant par une base élargie sur le vitellus, qui a été figurée par Bütschli (1), dans un œuf de *Nephelis vulgaris*, et que cet auteur considère, sans preuve d'aucune sorte, comme un spermatozoïde transformé. Osman Galeb (2), dans un travail tout à fait récent, me paraît encore avoir observé des productions de même nature dans l'œuf fécondé de l'*Oxyuris Diesingi*, et qu'il a vues rentrer dans le vitellus, anté-

(1) Bütschli. *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien.* 1876.

(2) Osman Galeb. *Rech. sur les Entozoaires des Insectes. Archives de zoologie expérimentale et générale* de Lacaze Duthiers, vol VII, 1879.

rieurement à la formation de deux noyaux dérivés de la vésicule germinative. Ces productions font encore songer à ce que H. Fol appelle le cône d'exsudation dans l'œuf de l'Astérie. Mais je puis affirmer que, chez l'Hélice, il n'existe jamais entre ces cônes hyalins et les spermatozoïdes les rapports que ce savant leur attribue chez l'Échinoderme. Si les saillies protoplasmiques ont quelque rôle utile à remplir dans la fécondation, ce n'est pas assurément celui d'ouvrir la voie aux spermatozoïdes vers l'intérieur de l'œuf.

Ces éminences ne sont point de simples exsudations à la surface de la membrane vitelline, bien que la présence d'une membrane ne soit pas un obstacle suffisant à de telles productions. Cohn (1) a vu exsuder des filaments de protoplasma par certaines cellules végétales, malgré leur carapace de cellulose. Il ne serait donc point impossible que ces expansions fussent émises par le vitellus, à travers la mince membrane qui l'enveloppe. Mais nous avons vu que les granulations vitellines pénètrent dans leur intérieur, ce qui ne permet point d'admettre que leur base repose sur une membrane, qui opposerait un obstacle absolu à ce flux des granules au-delà des limites de la sphère que l'œuf représente. Il est donc évident que ces saillies soulèvent la membrane vitelline en se formant, et s'en coiffent en doigt de gant. Ce qui démontre encore nne fois dans cette membrane cette grande extensibilité que la formation des globules polaires nous a déjà fait reconnaître.

L'existence de ces saillies ajoute une impossibilité de plus à l'opinion, déjà réfutée, qui fait soulever la membrane vitelline de la surface du vitellus, pour devenir la membrane de l'albumen. On aurait peine à concevoir comment ce soulèvement pourrait s'effectuer, et dénuder les expansions protoplasmiques sans les détruire ni même les déformer, car on les retrouve dans l'œuf oviductal ce qu'elles étaient dans l'œuf diverticulaire.

(1) F. Cohn, *Sur les filaments mobiles émis par les poils glanduleux du Dipsacus*. Revue internationale des sciences, 1re année, n° 4.

III. — DISPARITION DE LA VÉSICULE GERMINATIVE ET FORMATION DES GLOBULES POLAIRES.

1° Historique.

L'opinion presque universellement adoptée, il y a peu d'années encore, par les embryogénistes, relativement au noyau de l'œuf, était que, vers le temps de la fécondation, la vésicule germinative disparaissait avec sa tache, et qu'un noyau de nouvelle formation, le noyau vitellin lui succédait, et présidait aux débuts de la segmentation. Un petit nombre d'auteurs seulement admettaient un lien génétique mal défini entre l'ancien noyau de l'œuf disparu et le noyau nouvellement formé.

Ces notions ont été depuis entièrement modifiées. Aussi, l'historique des opinions émises par les auteurs dont les recherches remontent à quelques années, a beaucoup perdu de son intérêt. Je ne m'y arrêterai pas, et je rappellerai seulement les travaux accomplis dans ces derniers temps, et auxquels nous sommes redevables des résultats qui ont complètement renouvelé les théories scientifiques sur cette question, difficile autant que controversée.

Je me restreindrai autant que possible, dans cette revue, aux recherches qui ont eu pour objet des animaux voisins de celui qui a servi à mes études, et je ne mentionnerai des résultats obtenus chez des types zoologiques différents que lorsque leur importance ou des considérations particulières pourront l'exiger.

Un travail relativement ancien, puisqu'il remonte à près de trente ans, contient une description qui offre de grandes analogies avec celles que l'on donne aujourd'hui des phénomènes qui suivent la disparition de la vésicule germinative, et qui, pour cela, mérite d'être rappelée. Elle est due à Warneek (1). Dans ses recherches sur le développement des Gastéropodes, cet

(1) *Ueber d. Bild. u. Entwick. d. Embryos bei Gasteropoden*, dans le *Bullet. de la Soc. des nat. de Moscou*, t. XXIII, 1850.

auteur ne voit au centre du vitellus, après la fécondation, qu'une tache claire, sans membrane limitante et sans contours définis. Cette tache se divise en deux parties, dont l'une demeure au centre de l'œuf, et dont l'autre sort du vitellus sous forme de globules polaires. Après la formation de ces derniers, on voit dans le vitellus deux noyaux à contours d'abord très nets, puis de plus en plus vagues. Ils finissent par se fusionner au centre du vitellus en une tache noire qui s'allonge et devient bientôt le point de départ du fractionnement.

L'observation de Warneck, dont il ne faut point exagérer l'importance, bien qu'elle présente déjà le type de certaines descriptions récentes, était exacte en ce qui concerne la présence d'un espace clair et non d'un corps cellulaire véritable au centre du vitellus, avant à la sortie des globules polaires, et la présence de deux noyaux dans l'œuf après l'expulsion de ces corpuscules. Elle était, nous le verrons, fautive quant au partage de la première tache en deux moitiés et l'expulsion de l'une d'elles. Il n'aperçut point d'ailleurs la structure moléculaire, si remarquable, qui existe dans cette tache claire, donnée importante qu'il était réservée à Fol d'obtenir. Quoi qu'il en soit, l'interprétation de Warneck différait trop de celles qui avaient cours à cette époque, pour qu'elle pût exercer quelque influence sur la direction des recherches qui suivirent.

Nous arriverons donc, sans transition, à une époque tout à fait récente, aux recherches de Hermann Fol sur l'œuf des Géryonides (1). Dans l'œuf fécondé de *Geryonia*, suivant cet observateur, la vésicule germinative devient d'abord plus pâle et moins nette, puis cesse d'être visible au bout de quelques secondes. L'acide acétique en fait cependant apparaître des vestiges. En deux points opposés de ce résidu, se montrent deux amas de protoplasme, dont les granules sont disposés en rayons divergents, de manière à constituer deux sortes d'étoiles. Dans l'intervalle de ces étoiles, quelques rayons passent de l'une à l'autre, en forme d'arc, entourant ainsi ces restes de la vésicule

(1) H. Fol, *Ueber die Entwickelung des Geryonideneies. Jenaische Zeitschr. f. Medicin und Naturviss.*, Bd. VII, 1873.

germinative. « L'image entière, ajoute l'auteur, est extrêmement claire et frappante : elle rappelle parfaitement la manière dont la limaille de fer se groupe aux deux pôles d'un aimant. » Un peu plus tard, il ne reste plus rien de la vésicule germinative. Les étoiles se sont alors sensiblement éloignées l'une de l'autre. Alors commencerait la segmentation.

H. Fol, dans ses recherches ultérieures, a notablement compliqué cette description des phénomènes qui précèdent la segmentation. Quoi qu'il en soit, l'observation qui vient d'être rapportée est de la plus grande importance. Elle a jeté un jour inattendu sur le phénomène de la segmentation, et ouvert une voie nouvelle aux recherches sur la division des cellules, dont le fractionnement de l'œuf n'est qu'un cas particulier.

Auerbach, depuis (1), a observé la figure magnétique de H. Fol, dans l'œuf du *Strongylus auricularis* et de l'*Ascaris nigrovenosa*, et la désigne sous le nom de *figure caryolytique*. Mais l'interprétation qu'il en donne diffère singulièrement de celle de H. Fol.

Ainsi, ce noyau dépourvu d'enveloppe s'allonge suivant le grand axe de l'œuf, en perdant de sa substance, de manière à ne plus paraître bientôt que comme une « fente » très étroite, renflée à ses deux bouts. Pendant cet allongement, des rayons transparents se forment à ses extrémités, dans le vitellus sombre. C'est la figure caryolytique. La fente nucléaire, s'amincissant toujours, finit par disparaître par la diffusion du suc nucléaire dans le protoplasme vitellin. Bientôt survient l'étranglement du vitellus, et peu après apparaissent deux vacuoles voisines du plan de segmentation. Elles s'éloignent l'une de l'autre, et quand elles ont atteint les centres des deux moitiés du vitellus, mais non point les centres des deux soleils, qui sont plus éloignés, il s'y montre deux nucléoles, les nucléoles des deux premiers globes vitellins.

Il importe de remarquer qu'Auerbach fait naître les noyaux dans des amas de protoplasme, d'accord en cela avec Strasbur-

(1) Auerbach, *Organologische studien*, 1874.

ger (1), qui attache à ce fait une grande importance, et aussi avec les zoologistes dont nous verrons ci-après les observations. Ajoutons que Bütschli (2) approuve encore Auerbach faisant naître les deux noyaux sur l'axe qui joint les deux soleils, mais en des points plus rapprochés du milieu de cet axe que les centres de ces soleils.

Hermann Fol, dans ses *Recherches sur les Ptéropodes* (3), a prêté une attention particulière aux premiers phénomènes du développement.

Suivant cet auteur, chez le *Cymbulia Peronii*, l'œuf, au moment de la ponte, serait dépourvu de vésicule germinative. Elle n'apparaîtrait que plus tard, dans la partie formative du vitellus, par un procédé que cet anatomiste décrit de la manière suivante.

Le protoplasme de cette partie formative est finement granulé, et ces granules sont disposés très régulièrement en lignes divergentes autour d'un centre, occupé lui-même, non point « par un corpuscule différent du stroma qui l'entoure », mais par ces mêmes granules « qui composent l'étoile elle-même ». « Au bout de quelques minutes, l'étoile commence à s'allonger dans le sens du grand axe du vitellus. Bientôt elle se compose de deux étoiles, dont l'une continue à occuper le centre du protoplasme, tandis que l'autre atteint la surface »..... « L'on voit alors ce point se soulever comme un petit mamelon, et puis se séparer entièrement sous forme de globule sphérique ». C'est le globule polaire, pour lequel Fol adopte le nom de *corpuscule excrété* ou *de rebut*. Quant à l'étoile demeurée dans l'œuf, qui est la plus considérable, son centre devient homogène, et l'étoile disparaît peu à peu. En même temps apparaît à ce centre « un corpuscule homogène, un peu moins réfringent que son entourage. Est-ce une vésicule ou un corps plus ou moins solide? C'est difficile à dire, ajoute l'auteur. Bientôt apparaissent deux ou trois corpuscules semblables à côté du

(1) Strasburger, *Sur la formation et la division des cellules*, trad. franç., p. 200.

(2) Bütschli, *Studien ueb d. ersten Entwickelungsvorgänge d. Eizelle, d. Zelltheilung u. d. Conjugation d. Infusorien*, 1876.

(3) *Archives de zoologie expérimentale et générale*. T. IV, 1875.

premier. L'étoile s'efface, les corpuscules se fusionnent, et il en résulte la vésicule germinative, ou nucléus du vitellus fécondé. »

Je ne puis m'empêcher de signaler en passant la synonymie énoncée dans la dernière ligne qui vient d'être citée. On ne comprend point quelles considérations ont pu amener l'auteur à appliquer au noyau qui apparaît après la fécondation, au noyau vitellin, le nom ordinairement consacré au noyau primitif de l'ovule, qui est proprement la vésicule germinative de tous les auteurs.

Dans un travail postérieur, consacré au développement des Hétéropodes (1), Fol arrive à des résultats analogues à ceux que lui avait fournis l'étude des Ptéropodes, avec un peu plus de complication toutefois. Le nucléus, chez ces animaux, a disparu dans les œufs mûrs « pour reparaître avant et après la sortie des corpuscules de rebut ».

Voici comment est décrit ce phénomène chez le *Pterotrachœa*. Après la disparition du noyau primitif de l'ovule, il existe au centre du vitellus une masse sphérique de protoplasme. « La plus grande partie, mais non pas la totalité de cet amas central, s'entoure d'une membrane et devient un nucléus central » (2e noyau).

Aux pôles nutritif et formatif de ce noyau, apparaissent bientôt deux centres d'attraction, d'où partent en tous sens des stries protoplasmiques, dont « les plus fortes sont celles qui vont d'un centre à l'autre dans l'intérieur du nucléus. Les limites de ce dernier s'effacent, et les étoiles s'écartent l'une de l'autre »..... « Pendant ce dédoublement, apparaissent le corps fusiforme d'Auerbach et le fuseau de fibres découvert par Bütschli chez les Nématodes (2). Le corps fusiforme n'est que la partie centrale du nucléus disparu. Quant aux fibres, ce ne sont que des stries dans le protoplasma. »

L'une des nouvelles étoiles se rapproche de l'un des pôles de

(1) *Sar le développement embryonnaire et larvaire des Hétéropodes*, dans les *Archives de Zool. expér. et gén.* T. V, 1876.

(2) *Beiträge zur Kenntniss d. freileb. Nematoden, Nov. Act. Leopold. — Carol Acad.*, 1875.

l'œuf, et fournit un premier corpuscule de rebut, comme cela a lieu chez les Ptéropodes. « L'étoile restée dans le vitellus se divise à nouveau, sans avoir pris la forme de nucléus. Pendant cette division, l'on voit apparaître de rechef le système de stries arrangées en fuseau, puis le second corpuscule de rebut sort de la même manière que le premier. »

« Après la sortie du corpuscule de rebut, ce qui reste de l'étoile se rapproche de nouveau du centre du vitellus en s'arrondissant en forme de nucléus; près du pôle opposé ou nutritif, apparaît un second nucléus, qui se meut aussi vers le centre. En ajoutant des réactifs en ce moment, l'on voit apparaître deux nucléus munis de nucléoles. Ces noyaux se déplacent, et finissent par se rencontrer au centre du vitellus et se fusionner pour donner naissance au nucléus secondaire, c'est-à-dire au nucléus du vitellus fécondé et débarrassé des matières de rebut (3e noyau). Nous voyons donc se dérouler ici tous les phénomènes qui président plus tard à chaque segmentation ; seulement la montagne, si j'ose m'exprimer ainsi, n'accouche que d'une souris. Le corpuscule de rebut sort, et ce qui reste de l'étoile constitue un demi-nucléus qui se réunit à un autre demi-nucléus pour n'en former qu'un seul. »

Ainsi, après la disparition du noyau primitif de l'ovule, un second noyau apparaît, puis un troisième encore, lequel deviendra le point de départ de la segmentation. « Non-seulement le noyau disparaît avant chaque segmentation, dit encore H. Fol, mais il se fusionne deux fois avec le protoplasme environnant, et s'individualise deux fois avant la première segmentation. » Remarquons aussi que le deuxième nucléus est né par un procédé tout particulier : l'amas protoplasmique dans lequel s'est fondu le nucléus primitif s'est entourée d'une membrane. Quant au troisième, il résulte de la fusion d'un nucléus avec un autre. Voilà donc deux modes de formation bien différents pour ces deux corps, sant compter que le premier noyau, le noyau primitif de l'ovule, a dû avoir un mode d'origine particulier, aussi bien que le noyau né près du pôle nutritif, dont les commencements ne sont point connus.

La complication est bien grande, et ce n'est pas tout encore. Ce qui reste de l'étoile, après la sortie du second corpuscule de rebut, un *demi-nucléus* selon l'autenr, s'unit à un autre *demi-nucléus* pour former le nucléus de l'œuf fécondé. Mais cette étoile n'était déjà qu'un demi-nucléus avant de se diviser pour former le second corpuscule de rebut. Elle serait donc, pour suivre les idées de l'auteur, *un quart* de nucléus plutôt qu'une moitié. Et quant au nucléus qui s'y ajoute, pourquoi serait-il désigné comme un demi-nucléus, puisque sa naissance n'a pas été observée ?

On peut déjà soupçonner, *à priori*, que la réalité ne doit pas être si compliquée, ni, disons le mot, si obscure. Nous verrons qu'elle est effectivement beaucoup plus simple et plus claire. Disons tout de suite que l'interposition d'une deuxième formation nucléaire est erronée. Le dédoublement de l'étoile centrale pour la formation du deuxième globule polaire vient aussi inutilement compliquer les phénomènes. Moyennant ces rectifications, le schéma du développement tracé par Fol, rentrerait assez bien dans le cadre des observations postérieures.

Dans l'intervalle des deux publications de H. Fol, Bütschli fit connaître les résultats de ses recherches sur les préludes de la segmentation chez les Nématodes et chez deux Gastéropodes (1). Peu de temps après la fécondation, la vésicule germinative devient de moins en moins distincte, et bientôt on n'en voit plus rien. Alors apparaît dans le protoplasme transparent un corps fusiforme, composé de minces filaments, tous renflés en leur milieu. Ce fuseau est expulsé du vitellus et sert à former les globules polaires, où se voient les filets granuleux qui caractérisent le fuseau lui-même. L'auteur se fonde sur ces données pour déclarer inadmissible le mode de formation de ces globules, tel que l'a décrit Robin. Pour lui, les corpusules de direction ne sont autre chose que la substance transformée de la tache germinative. A la place où a disparu la vésicule germinative, au sein d'un protoplasme hyalin, qui a dû subir l'action

(1) *Vorlaüfige Mittheilung über die ersten Entwickelungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken* (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*). Bd XXV, 1875.

du spermatozoïde fécondateur, surgissent, par un procédé inconnu, deux, quelquefois trois noyaux, qui se fusionnent pour former le noyau de segmentation.

Ces résultats, bien que H. Fol les dise concorder assez bien avec les siens, en diffèrent notablement à plus d'un égard. Outre une moindre complication, car Bütschli n'admet qu'un renouvellement unique du noyau de l'œuf, tandis que H. Fol en admet deux, nous y voyons une donnée de plus, relative aux épaississements moyens des filaments, et une origine tout autre pour les globules polaires, ainsi que pour les noyaux destinés à se fusionner pour donner le noyau de segmentation. Chez les deux auteurs néanmoins, la naissance de ces noyaux n'est pas fort claire. H. Fol, mieux que Bütschli, a compris la nature des rayons, qui sont des traînées protoplasmiques, et non des filaments ou des fibres.

Etendant ses investigations à divers autres objets, Bütschli (1) généralisa ses premières observations, et se convainquit que le corps fusiforme résulte toujours de la transformation du noyau tout entier, qui perd son enveloppe et une partie de son suc.

Quant aux rapports du spermatozoïde avec l'œuf dans l'acte de la fécondation, Bütschli arrive à cette notion que, chez les *Nephelis*, le filament séminal s'unit à l'œuf en se transformant à sa surface en une sorte de petit mamelon protoplasmique (2) dont nous avons déjà parlé. Mais ce n'est là qu'une présomption dont il ne faut point exagérer la valeur : l'auteur n'a point été témoin de la transformation qu'il suppose. Je ne saurais voir dans cette saillie protoplasmique qu'une production analogue à celles que j'ai observées chez l'*Helix*.

Un botaniste éminent, Strasburger (3), accueillit avec un vif intérêt les résultats obtenus par Bütschli, qui confirmaient ses observations personnelles sur la formation des cellules dans le règne végétal. Il voulut du reste contrôler ces résultats par des

(1) V. dans Strasburger, *Ueber Zellbildung und Zelltheilung*, 1875.

(2) Strasburger, *loc. cit.* pl. VII, fig., 12, et Bütschli, *Studien ueber die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien*, 1876, p. 4, et pl. I, fig. 1.

(3) *Ueb. Zelleth. u. Zellbild.*

études qu'il fit lui-même sur les œufs de quelques animaux, et particulièrement du *Phallusia*. L'attention de Strasburger s'est portée avec le plus grand soin sur la structure du corps fusiforme, dans les filaments duquel il constate, avec Bütschli, l'existence de granules équatoriaux, dont l'ensemble constitue, dans le plan de l'équateur, un cercle complet, auquel il donne le nom de *plaque nucléaire* (*Kernplatte*). Ces granules, dans chaque file, et par suite la plaque elle-même, se décomposent en deux qui s'éloignent l'un de l'autre en marchant vers l'extrémité correspondante du fuseau. Dans la division des cellules végétales, aussi bien que dans la formation des deux noyaux de la première segmentation, les plaques dédoublées concourent à la formation des nouveaux noyaux que l'on voit plus tard occuper les extrémités du fuseau. De là le nom de plaque nucléaire.

Nous avons vu que Bütschli fait sortir le fuseau de direction tout entier pour la formation des globules polaires, et il n'en fait point dériver les noyaux qui plus tard se voient à sa place. Le premier fuseau de segmentation auraît donc un tout autre rôle que le fuseau de direction, et les noyaux du premier fractionnement une origine bien différente de celle des noyaux précédemment formés dans l'œuf. Nous verrons que cette sorte de contradiction n'existe point réellement et que, dans les deux cas, les noyaux ont une origine semblable.

Quoi qu'il en soit, Strasburger voit en outre dans le fuseau, après la dédoublement de la plaque nucléaire et la marche excentrique de ses deux moitiés, réapparaître à l'équateur de nouveaux granules et une nouvelle plaque, à laquelle il donne le nom de *plaque cellulaire* (*Zellplatte*), parce qu'elle servirait, selon lui, après dédoublement, à constituer les membranes cellulaires végétales, résultant de la prolifération de la cellule-mère. Cette nouvelle plaque ne paraît pas avoir une importance bien marquée chez les animaux. Bütschli l'a cependant observée dans les noyaux de segmentation et en divers éléments en voie de division, dans un ouvrage dont nous avons à nous occuper maintenant.

Dans ce mémoire (1), qui est considérable, l'auteur a condensé les résultats de ses recherches antérieures sur les préludes du développement de l'œuf, et y ajoute des données nouvelles. Nous considérerons seulement ses études sur les œufs de deux gastéropodes, le *Lymneus auricularis* et le *Succinea Pfeifferi*.

L'auteur décrit dans l'une et l'autre espèce, avec plus de détails, le phénomène, que nous connaissons déjà, de la sortie et de l'étranglement du fuseau de direction pour former les deux globules de ce nom. Après l'expulsion du fuseau, et dans la portion de l'œuf qui est placée au-dessous de ces globules, apparaissent, chez le Lymnée, un grand nombre de petis noyaux, jusqu'à neuf et parfois davantage, qui finalement se réunissent en un seul, le noyau de la première segmentation. Chez le *Succinea Pfeifferi*, deux noyaux écartés se voient dans le vitellus, après la production des globules polaires, et aussi après le premier fractionnement. Ces noyaux se sont-ils formés isolément à la distance où on les observe l'un de l'autre? L'auteur se pose la question sans pouvoir la résoudre. Les figures qu'il donne pour ces états, si dissemblables chez les deux espècs, sont difficiles à concilier. Aussi Bütschli ne les a-t-il point comprises. Nous verrons plus loin que celles qui concernent la seconde, tout incomplètes qu'elles soient, expriment cependant mieux la réalité que celles qui ont rapport à la première.

Remarquons, avant d'aller plus loin, que cette multiplicité des noyaux, que Bütschli signale dans l'œuf du Lymnée, et encore dans celui du *Cucullanus elegans*, appartient presque en propre à notre auteur, car elle n'a été signalée depuis qu'une fois par Hertwig, ainsi que nous le verrons plus loin, chez un Hétéropode. H. Fol pense que Bütschli a eu affaire à des cas pathologiques. Ces singularités ne tiendraient-elles pas au mode particulier de préparation qui les a fournies, et peut-être à une altération des œufs, résultant d'une action trop prolongée du réactif employé?

Aux résultats déjà si confus que nous avons exposés, est venu

(1) *Ueb. d. ersten Entwickelungsvorgänge d. Eizelle*, etc., 1876.

s'ajouter encore un nouvel élément de complication par les travaux de O. Hertwig. Cet habile observateur annonça le premier (1) que, chez l'Oursin, la fécondation s'accomplit par la pénétration dans l'œuf d'un spermatozoïde, de sa tête au moins, qui se transformerait dans le vitellus en un petit noyau, le noyau spermatique (*Spermakern*), qui, entouré de rayons, avancerait vers le noyau de l'œuf, et s'unirait à lui pour former le noyau de segmentation. Strasburger (2), depuis, a confirmé par ses observations sur le *Phallusia* les interprétations de Hertwig. Il s'en écarte néanmoins, en ce qu'il ne peut considérer, avec lui, le noyau ovulaire comme une tache germinative. Et quant au noyau spermatique, il n'admet point qu'il résulte du corps même du spermatozoïde. Strasburger pense plutôt que « c'est par diffusion, que la substance des spermatozoïdes traverve la membrane de l'œuf pour se concentrer ensuite dans la formation du noyau spermatique (3) ». « Je suis porté à conclure, ajoute-t-il ailleurs, qu'il s'agit, pour la fécondation des œufs pourvus d'un noyau, de l'introduction de substance nucléaire dans ces œufs, mais qu'il s'agit de cette substance comme élément physiologique et non des noyaux des spermatozoïdes comme éléments morphologiques (4). » Et cette opinion, chez le savant botaniste, est corroborée par l'observation des phénomènes analogues dans la fécondation des plantes. Il remarque d'ailleurs que, chez le *Phallusia*, dès que le noyau spermatique devient perceptible, il est toujours plus grand que la tête de ces spermatozoïdes, qui, en nombre indéfini, assiégent de toutes parts la membrane de l'œuf.

La pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, suivant le mode décrit par Hertwig, a trouvé depuis de nombreux adhérents, et lui-même l'a admise ultérieurement chez les Mollusques (5).

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*, dans *Morpholog. Jahrbuch* de Gegenbaur, Bd. I, 1875.

(2) *Zelltheil, u. Zellbild.*

(3) *Loc. cit.*, p. 283 de la traduction française.

(4) *Ibid.*, p. 284.

(5) *Beitr. zur Kenntniss d. Bild., Befrucht. u. Theil. d. thier. Eies, dritter Theil erste Abtheil.* dans *Morpholog. Jahrb.* de Gegenbaur Bd. IV, Hft 2, 1878.

L'œuf pondu de la Moule a perdu, dit Hertwig, sa vésicule germinative. A sa place se voit un fuseau (f. de direction) dont une partie sort sous forme de premier globule polaire. Après quoi le fuseau se recomplète dans l'œuf et émet un nouveau corpuscule de direction. Après la formation des deux corpuscules, se montre un noyau ovulaire placé non loin de ceux-ci, sans trace d'auréole autour de lui, et plus loin, vers le centre de l'œuf, un petit noyau étoilé, qu'il considère comme le noyau spermatique. L'un et l'autre sont représentés dans la figure suivante (pl. X, fig. 4), sensiblement grossis et à peu près égaux en volume. Ils se fusionnent ensuite pour former le noyau de segmentation. La pénétration du spermatozoïde n'a pas été directement observée par Hertwig chez la Moule.

Le même auteur a étudié aussi à ce point de vue l'œuf des Ptéropodes, au sujet desquels il s'écarte sensiblement de H. Fol. Tandis que ce dernier n'a vu sortir de l'œuf qu'un corpuscule de rebut, qui plus tard se dédouble, Hertwig décrit la formation de deux globules de direction, suivant le procédé qu'il a fait connaître chez d'autres espèces, et particulièrement chez la Moule. Après l'expulsion des deux corpuscules, on voit dans l'œuf, au-dessous d'eux, un amas de petites vacuoles qui grossissent, se fusionnent et forment le noyau de l'œuf. En même temps, à une certaine distance, se montre une sorte de vacuole isolée, le noyau spermatique, qui grossit et se porte, ainsi que le noyau ovulaire, vers la surface de l'œuf, où a lieu leur conjugaison. Plus tard apparaissent, dans l'un et dans l'autre, de nombreux nucléoles, qui finissent par se résoudre en un amas de petits grains que l'on voit réunis de part et d'autre de la surface d'union des deux noyaux. Alors se manifestent, en deux points opposés de cette surface, deux étoiles comme celles que H. Fol a décrites. Aussitôt les contours des deux noyaux deviennent indécis, et ceux-ci disparaissent.

Pendant le cours de ces changements, Hertwig signale l'apparition autour des noyaux conjugués d'une sorte de trait filiforme, paraissant partir du noyau spermatique, dès l'instant où celui-ci vient de se montrer. Ce filament s'allonge dans le

protoplasme hyalin qui sert de gangue aux noyaux, et dont il enveloppe une partie toujours plus grande. Il disparaît plus tard, pendant le fractionnement en deux, ou peu après. Hertwig voit dans la présence de ce filament, qu'il n'a d'ailleurs pu voir que chez le *Tiedemannia*, une preuve de grande valeur en faveur de la pénétration. Il trouve encore « une autre preuve de l'exactitude de ses vues dans cette considération : que la portion nucléaire du spermatozoïde fécondateur devient le point de départ de la formation du noyau spermatique ». C'est, on le voit, une opinion formellement opposée à celle de Strasburger.

Hertwig a encore porté ses investigations sur l'œuf d'un Hétéropode (*Pterotrachaea*) et d'un Gymnobranche (*Pyhllirhoë*), dont le développement est parfaitement concordant. La formation du système radiaire qui succède à la vésicule germinative, l'expulsion des corpuscules de direction, présentent à très peu près les phénomènes déjà connus. Le noyau de l'œuf et le noyau spermatique se montrent dès l'abord entourés de rayons, qu'ils perdent en grossissant. Ils se conjuguent, et il se manifeste dans chacun d'eux un gros noyau (*Phyllirhoë*) ou des noyaux multiples (*Pterotrachaea*), qui disparaissent en se résolvant en granules, comme chez le *Tiedemannia*, peu avant la segmentation.

Avant la disparition de ces nucléoles, il naît, en deux pôles opposés des noyaux conjugués, deux étoiles. Alors la cloison de séparation des deux noyaux disparaît, des filets granulés se montrent dans l'intervalle des étoiles, et, la grosse vacuole nucléaire se dissolvant à son tour, l'appareil radié devient libre dans le vitellus.

On le voit d'après ce résumé, il existe de grandes différences entre les observations de Hertwig et celles de Fol. La plus considérable est dans ce point que, suivant le dernier de ces savants, le noyau de l'œuf, par deux fois avant la segmentation, se fond avec le potoplasme qui l'entoure, et par deux fois s'individualise de nouveau. Hertwig, au contraire, ne voit qu'un renouvellement unique de ce noyau. Un écart considérable est encore à noter entre les deux observateurs, en ce qui concerne la forma-

tion des globules polaires. Pour H. Fol, c'est une étoile qui sort du vitellus, et donne naissance à chacun d'eux. Selon Hertwig, les deux corpuscules de direction résultent de l'expulsion successive d'une moitié du fuseau, qui se recomplète dans le vitellus, puis du corps fusiforme reconstitué. Hertwig se rapproche ainsi de Bütschli, pour qui les deux corpuscules de direction ne sont que le fuseau lui-même qui sort du vitellus, en s'étranglant en deux corps sphéroïdes.

Hertwig n'a point observé chez les Mollusques le mode de disparition de la vésicule germinative dans l'œuf mûr. De plus, il ne se prononce pas catégoriquement sur l'origine, chez ces animaux, du noyau de l'œuf ou des éléments qui s'unissent pour le constituer. Les Cœlentérés et les Vers ne lui ont pas fourni non plus de données sur ces deux points difficiles et controversés. Mais il est en revanche très explicite à ce sujet chez l'Astérie, qui lui a donné des résultats d'une grande importance. Je les résumerai très brièvement, afin de remplir les lacunes restées dans les études de l'auteur sur l'œuf des Mollusques, et de compléter ainsi l'exposition de ses idées.

L'œuf mûr de l'*Asteracanthion* (1), selon Hertwig, possède une vésicule germinative volumineuse et une tache présentant plusieurs vacuoles, dans laquelle les réactifs manifestent une portion de substance distincte du reste de la tache par sa colorabilité plus sensible et sa plus grande résistance. Quand l'œuf est tombé de l'ovaire, le premier changement qui s'y manifeste, est la production d'une légère éminence du protoplasma qui environne la vésicule et déprime un point de sa surface. Le sommet de cette saillie présente un espace clair, dépourvu de granules, d'où partent des rayons en tous sens. Cette saillie s'avance de plus en plus dans la vésicule, et bientôt l'on voit la tache commencer à se modifier. Elle devient homogène par la disparition des vacuoles, et il y apparaît un corps solide remplissant une cavité qui occupe une grande portion de la tache.

(1). *Beiträge*, etc., dans *Morpholog. Jahrb.* Bd. IV, Hft 1. 1878.

Cet état dure peu. La tache se déplace, la vésicule et ses contours se troublent plus ou moins. Puis, tout d'un coup (plötzlich), le corps qu'elle contient disparaît sous l'œil de l'observateur, et la tache a aussitôt sensiblement diminué de volume. A la place qu'occupait le corps disparu, se voit un vide en entonnoir. Pendant que ces changements se produisent, il se montre, dans la saillie protoplasmique dont il a été parlé, une figure rayonnante, simple d'abord, puis bientôt double; il se forme en un mot le système radiaire caractéristique de la division des cellules. La vésicule germinative et le reste de la tache se modifient simultanément, et finissent par disparaître, tandis que le fuseau de direction et sa double étoile s'accusent davantage et fournissent, d'après le mode connu, les corpuscules de direction.

Ces observations faites sur l'œuf vivant ont été complétées par l'action des réactifs, qui a donné à Hertwig des résultats fort singuliers, sur lesquels nous aurons à revenir. Je dirai seulement ici qu'elles établissent un passage de la substance que nous avons vue sortir de la tache, dans l'intérieur de l'éminence protoplasmique voisine.

Quant à la production des corpuscules de direction, elle s'opère comme il suit chez l'Astérie. La portion périphérique de la double figure radiée est expulsée pour la production du premier corpuscule. Immédiatement au-dessous reste l'autre moitié, qui, au bout d'un quart d'heure, s'est complétée de nouveau, et émet le second corpuscule, comme s'était formé le premier.

Aussitôt après se montre dans le vitellus, et dans ce qui reste du double appareil radiaire, le noyau de l'œuf, qui apparaît sous la forme d'un simple nucléus, ou bien de deux ou trois qui s'unissent pour le former.

Les premières observations de H. Fol sur l'*Asterias glacialis* (1), antérieures à celles de Hertwig, concordent à certains égards avec celles-ci. Il a vu aussi la vésicule germinative disparaître,

(1). H. Fol, *Sur le premier développement d'une étoile de mer. Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences.* 19 *février* 1877.

et se former dans son voisinage une double étoile qu'il appelle *amphiaster*. Mais il ne dit rien des modifications si remarquables de la tache observées par Hertwig, ni de l'origine du double système de radiations. Pour lui, l'amphiaster se partage, et n'émet au dehors qu'une de ses moitiés pour former le premier corpuscule de rebut. Le second corpuscule procède d'une origine semblable, après reconstitution de l'amphiaster. H. Fol s'écarte surtout de Hertwig en ce qu'il ne reconnaît point de lien génétique direct entre la tache germinative et le noyau de l'œuf.

Cette divergence est encore plus nettement affirmée par H. Fol dans un travail plus récent (1). L'amphiaster de rebut se formerait aux dépens de ce qui reste de la vésicule germinative, mais la tache, qui persiste après elle, n'y prendrait aucune part. « Le dernier reste de la tache germinative est encore visible à une certaine distance de cet amphiaster de rebut, montrant clairement que ce n'est pas aux dépens de ce nucléole que se forme l'amphiaster. Je n'oserais pourtant affirmer qu'aucun fragment de la tache germinative ne puisse jamais entrer dans la composition de l'amphiaster (2). »

Enfin je rappellerai, pour compléter seulement la revue que je viens de faire des résultats nouvellement acquis sur les premiers phénomènes du développement, que la pénétration du spermatozoïde, décrite par H. Fol le premier (3) dans l'œuf d'un Oursin, l'a été depuis avec plus de détails par Selenka, dans une autre espèce de même genre (4). Je me bornerai à cette simple mention, d'autant plus que des faits analogues n'ont point été signalés chez les Mollusques, que nous devons avoir surtout en vue dans cette étude. Je me propose d'ailleurs

(1) H. Fol, *Sur le commencement de l'hénogénie chez divers animaux, Archiv. des sc. phys. et nat. de Genève,* n° du 15 avril 1878, et dans les *Archiv. de zoolog. expér. et gén.* de Lacaze-Duthiers, t, VI, n° 2.

(2) *Archiv. de zoolog. expér. et gén.* p. 151.

(3) H. Fol, *Sur les phénomènes intimes de la fécondation. Compt. rend.* t. LXXXIV, 1877, et *Archiv. de zoolog. expér. et gén.* O, VI, n° 2.

(4) Selenka, *Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Zoologische Studien*, I, 1878.

de revenir, dans un travail spécial, sur ces idées, contre lesquelles j'ai cru devoir protester (1).

2°. Disparition de la vésicule et de la tache germinatives chez l'Hélice.

Les œufs que contient le diverticule de l'*Hélix aspersa* ne sont pas tous exactement à la même phase des changements intérieurs qu'ils subissent. La vésicule germinative est plus ou moins altérée dans certains, alors qu'elle a déjà disparu dans les autres. Il est donc impossible de suivre pas à pas tous ces changements, et l'on n'en peut obtenir la suite à peu près complète, qu'en étudiant un assez grand nombre d'œufs, de manière à combler peu à peu les lacunes des premières observations.

On peut dire cependant, d'une manière générale, que les plus avancés, au point de vue du développement, sont les œufs qui se trouvent à la base du diverticule, ceux qui passeront le plus prochainement dans l'oviducte. C'est autour de ceux que l'on voit vers le haut du diverticule, les plus tard venus par conséquent, que les spermatozoïdes sont le plus nombreux et s'agitent avec le plus d'énergie. Souvent même on ne découvre aucun spermatozoïde parmi les œufs qui sont sur le point de descendre dans l'oviducte. Mais quand on ouvre le diverticule pour étudier les œufs qu'il contient, on ne réussit jamais si bien cette opération, qu'on ne mélange et confonde le contenu, en sorte qu'on ne peut devoir qu'au hasard la rencontre de l'état particulier qu'on désire observer.

Il n'en est point ainsi des œufs déjà arrivés dans l'oviducte. Là, le rang d'un œuf dans la série indique le progrès relatif qu'il a fait dans le développement, dans ce sens qu'un œuf donné se trouve toujours à une phase antérieure à celle qu'on observe dans celui qui le précède, et postérieure à celle de l'œuf qui le suit. Le plus avancé dans la série est aussi le plus avancé dans la voie du développement. Cette circonstance a une importance

(1) J Pérez, *Sur la fécondation de l'œuf chez l'Oursin. Comp. rend*, t. LXXXIV, 1877.

considérable, car elle rend impossible toute erreur quant à l'ordre de succession des états obervés, et elle compense amplement les difficultés particulières que présente l'étude des œufs d'Hélice, telles, par exemple, que la viscosité de l'albumen et la faible consistance du vitellus.

La relation que je viens de signaler entre l'état particulier de l'œuf et le rang qu'il occupe dans la série moniliforme, n'existe rigoureusement que pour les œufs d'une même série, d'un même animal. Mais d'une Hélice à une autre, un même numéro d'ordre n'indique point une phase évolutive déterminée, toujours la même. Il n' y a point correspondance absolument exacte entre l'état intérieur de l'œuf et son état extérieur. Tel œuf dont la coque est déjà complètement formée peut être, sous le rapport des phénomènes intérieurs, moins avancé qu'un œuf pris dans un autre animal, qui ne présente encore aucun rudiment de cette enveloppe. Les deux séries de développements intérieurs et extérieurs sont entièrement indépendantes l'une de l'autre. On peut trouver dans le diverticule d'une Hélice des œufs génétiquement plus âgés que des œufs qui, chez une autre, sont arrivés dans l'oviducte, et déjà revêtus d'albumen. Il y a même plus : des œufs venant d'être pondus n'ont quelquefois fois pas atteint encore la phase de l'émission des globules polaires, alors que, chez d'autres Hélices, ces corpuscules s'observent déjà dans des œufs occupant le quatrième ou cinquième rang dans le haut de l'oviducte. Il est difficile de dire à quoi peuvent tenir ces différences : à une vitesse inégale peut être dans la progression des œufs dans l'oviducte, ou même encore à la température; car il est certain que, dans les œufs pondus, l'évolution embryonnaire est influencée d'une manière très sensible par une augmentation ou une diminution de chaleur. Des œufs pondus à la fin de l'automne et qui auraient pu éclore au bout de quelques jours, peuvent, surpris par les premiers froids, n'achever leur développement qu'au printemps.

L'œuf mûr de l'*Helix aspersa*, au moment où il arrive dans le diverticule, où sa fécondation s'opère, est toujours muni de

la vésicule germinative avec sa tache. Cet élément présente encore tous les caractères qu'on lui voit dans l'œuf ovarien parvenu à maturité. Mais cet état ne tarde point à se modifier; et comme les changements qui surviennent dans la vésicule ne commencent à se manifester que postérieurement à la rencontre de l'œuf et des spermatozoïdes, on pourrait être porté à croire, si l'on ne considérait que l'Hélice, que la destruction de la vésicule germinative est une conséquence de l'imprégnation. Mais on sait que, chez plus d'une espèce, la disparition de cette vésicule est toujours antérieure au contact des spermatozoïdes avec l'œuf, et paraît être le résultat naturel de la maturité même de l'ovule. On ne pourrait affirmer cependant que, chez notre espèce et beaucoup d'autres, la fécondation n'ait au moins pour effet de hâter cette destruction, en imprimant une activité plus grande aux phénomènes évolutifs dont le noyau de l'œuf est le siége, et dont il porte en lui le principe.

La vésicule germinative, d'abord uniformément brillante, (fig. 6), perd son homogénéité ; elle se trouble, sans pourtant cesser d'être claire, par la production de granulations pâles et mal limitées (fig. 7). Au milieu de ces granulations, on distingue ordinairement assez bien deux petits nucléoles, que les réactifs rendent plus évidents. Ce sont là les premiers signes de désorganisation de la tache. Plus tard, comme si elle était soumise à une sorte de dissolution, elle pâlit, devient diffluente, ses parties se désagrègent, et l'on a peine à l'apercevoir. Les réactifs alors peuvent, en la contractant, la faire encore quelquefois apparaître.

Pendant ce temps, la vésicule germinative, de son côté, s'amincit, ou du moins perd la netteté de ses contours. En cet état, j'ai vu très nettement sa membrane se plisser comme une vessie trouée qui s'affaisse et laisse écouler son contenu. Un instant après, elle a disparu sans laisser de trace.

Quand la vésicule germinative a disparu, il ne reste plus à la place qu'elle occupait, que le protoplasme qu'elle avait contenu et ce qui reste de la tache désagrégée. Les granules vitellins, qui trouvaient jadis dans la vésicule un obstacle infranchissable,

envahissent plus ou moins cette substance fluide qu'ils environnent, en sorte que l'espace clair en est un peu amoindri.

Presque aussitôt se manifeste dans cet espace un système radiaire, tel qu'on l'a décrit chez diverses espèces en ces derniers temps, et qui consiste en un corps fusiforme aux extrémités duquel se voient deux soleils. Comment cette formation a-t-elle pris naissance? Pas plus que les auteurs qui m'ont précédé, je n'ai vu naître sous mes yeux ce système de radiations. Pour tâcher de découvrir quelque chose de ses débuts, j'ai étudié avec soin des œufs dont la tache germinative était en état de diffluence. Malheureusement le petit nombre d'œufs que l'on rencontre à cette phase est tel, qu'il est permis de croire qu'elle ne dure qu'un temps fort court. L'acidc acétique m'a cependant montré quelquefois, dans la vésicule germinative près de se dissoudre, un double soleil pâle et assez mal défini, au milieu de fragments irréguliers provenant de la tache (fig. 8). Une faible pression détruisait aisément ce système, que je n'ai jamais vu se manifester dans les œufs dont la tache germinative, moins désorganisée, laissait encore voir ses deux nucléoles.

Ainsi, tant que les nucléoles se distinguent dans la tache, les réactifs ne font que les rendre encore plus évidents. Quand la tache est devenue confuse, ou bien les réactifs n'y font apparaître aucune forme définie, ce que l'on peut attribuer à l'extrême fragilité des objets observés, ou bien l'on y aperçoit un double soleil.

Il y a donc, je crois, probabilité très grande pour que les choses se passent de la manière suivante.

A la place du centre d'attraction unique qui avait présidé à l'accroissement de la tache dans l'œuf ovarien, et qui maintenait la cohésion de ses parties, deux centres d'attraction se manifestent dans cet élément. Les deux nucléoles, une fois produits, se développent chacun pour son compte aux dépens de la substance de la tache, qui perd dès lors son homogénéité et sa réfringence uniforme. La tache se désorganise de plus en plus, au fur et à mesure que les nucléoles grandissent; et, tandis que le résidu inerte de la tache se désagrège et se dissout,

les deux nucléoles, héritiers de ses propriétés dynamiques, se maintiennent et persistent. Devenus libres par la dissociation de la tache, ces deux cellules à l'état naissant exercent sur le protoplasme qui les entoure, une attraction qui en oblige les particules à se grouper autour d'elles, suivant des lignes rayonnantes. Et ainsi se manifestent, et les deux astérisques, et le corps fusiforme interposé à leurs centres.

Nous avons vu plus haut que O. Hertwig (1) a décrit chez l'*Asteracanthion* des phénomènes démontrant l'existence de rapports étroits de dérivation entre la tache germinative et le système des radiations. Cette filiation ne fait pour moi aucun doute. Et, bien que je n'aie pu suivre pas à pas la série des phénomènes qui la composent, je ne saurais accepter de tous points la description que Hertwig en a donnée. En premier lieu, dans la saillie du vitellus, qu'il représente déprimant un point de la surface de la vésicule germinative, se montre, d'après lui, un espace clair muni de radiations, sur l'origine desquelles il ne se prononce pas. A un moment donné, sortirait *brusquement* de la tache, une portion de ce noyau, distincte par sa consistance et son aspect, et aussitôt se montrerait dans l'espace clair, déjà radié, de l'éminence vitelline, le double système des radiations.

Ces changements instantanés me semblent peu conformes aux phénomènes naturels de l'évolution organique. Et je n'arrive pas à comprendre comment l'élément mystérieux qui sort de la tache va porter un appareil rayonnant dans une partie de l'œuf extérieure à la vésicule germinative, et déjà munie de rayons. Cette sortie du système radiaire hors de la vésicule me paraît n'être qu'un effet des manipulations et de la compression, et je la considère comme tout aussi artificielle que l'expulsion de la vésicule germinative elle-même hors du vitellus, jadis admise par O. Hertwig dans l'œuf de l'Oursin, et reconnue depuis n'être qu'un effet d'altération. Une cause semblable peut aussi faire sortir de la vésicule germinative la tache tout entière. D'ailleurs, tant de faits, sans parler de mes propres observations, démon-

(1) O. Hertwig, *Beiträge*, etc. *Morpholog. Jahrbuch* B^{d}, IV, Hft. 1, 1878.

trent que le système radiaire s'était établi au sein et aux dépens du protoplasme provenant de la vésicule germinative, qu'il n'y a pas lieu d'admettre, avec Hertwig, que ce système abandonne cette vésicule, pour aller se loger au dehors, dans le vitellus. Ce savant a vu simplement une expulsion accidentelle, et je ne crois pas que les figures étranges (1) qu'il donne comme établissant la réalité de ce passage, et qui n'ont rien de commun avec tout ce que l'on sait de la constitution d'un élément cellulaire, soient autre chose que des résultats de l'action des réactifs. On a, dans ces questions, trop souvent prêté à la nature ce qui n'était que l'effet des agents chimiques ou autres. Je n'ai garde de dédaigner les ressources que fournissent ces puissants moyens d'investigation. Ils nous révèlent des particularités organiques qui, sans eux, fussent demeurées inconnues peut-être ou plongées dans l'obscurité. Mais leur emploi exige le contrôle d'une critique sévère, qui a souvent fait défaut dans ces recherches, les plus difficiles de toutes. On doit surtout, si je ne me trompe, leur demander des indications sur les réalités naturelles et ne pas se contenter de prendre à la lettre leurs résultats, sans en avoir vérifié l'exactitude sur les objets vivants.

H. Fol a déjà signalé la ressemblance de la figure que présente l'appareil des radiations avec celle que produit la limaille de fer autour des pôles rapprochés d'un aimant. L'analogie est, en effet, saisissante, et impose à l'esprit la nécessité de l'existence d'une force attractive aux deux extrémités du corps fusiforme. Des effets identiques ne peuvent procéder que d'une même cause. Ceci soit dit, bien entendu, sans rien préjuger de la nature de cette force attractive, et seulement pour constater son existence.

Quand la vésicule et la tache germinatives ont cessé d'être, aucune entrave ne gêne plus l'action attractive des deux centres, dont les sphères d'activité s'étendent plus ou moins dans le vitellus, sans toutefois dépasser jamais de beaucoup les limites de l'espace clair.

(1) Hertwig, *loc. cit.*, pl. VII, fig. 1 et 12.

Le corps fusiforme, d'après ce qui précède, ne résulte nullement, ainsi que plusieurs auteurs, et surtout Bütschli, l'ont admis, d'une transformation directe de la vésicule germinative ni de la tache. Le corps fusiforme n'a rien de commun avec un noyau modifié. Il n'a même point, à vrai dire, d'existence individuelle; il ne représente point une réalité organique déterminée, puisqu'il n'est composé que des rayons moléculaires les plus voisins de la ligne des centres et qu'un effet purement physique oblige à se courber en arcs de l'un à l'autre de ces centres.

L'observation du double système de radiations est assez facile chez l'*Helix* (fig. 17). Il suffit de dépouiller de la majeure partie de l'albumen qui l'entoure, un vitellus ayant perdu sa vésicule germinative, pour qu'une goutte d'acide acétique ou de picrocarminate fasse apparaître immédiatement dans l'espace clair la double étoile et le corps fusiforme. Ce dernier pourtant, ne se voit pas toujours : cela tient uniquement à ce que la distance des centres est quelquefois un peu plus grande que la somme des rayons des deux sphères d'attraction, qui dès lors, n'empiétent point l'une sur l'autre. Rien n'oblige, par conséquent, les rayons les plus rapprochés de l'axe commun à se courber en arcs, et le corps fusiforme ne se produit point. Cela encore montre bien le peu d'importance de cette formation, et indique mieux que toute autre considération sa véritable nature.

C'est en coagulant la substance protoplasmique, que les réactifs rendent apparent le système radiaire. La limpidité de l'espace clair fait place à une apparence confusément grenue, bien distincte de celle du vitellus proprement dit, dont les corpuscules sont plus volumineux, plus réfringents, plus nettement figurés. La substance des radiations se montre composée de parcelles mal définies, sans forme arrêtée, faiblement et uniformément réfringentes. Entre ces filaments de protoplasme coagulé se voient, surtout dans les couches extérieures de la substance radiaire, un certain nombre de granulations vitellines, que la structure de la gangue protoplasmique où elles sont plongées oblige à se ranger elles-mêmes en séries linéaires dans

les intervalles des rayons. Cette disposition pourrait faire croire au premier abord que la force attractive s'exerce directement sur les granulations vitellines; mais celles-ci sont absolument inertes, le protoplasme obéissant seul à l'action directrice des centres.

Les renflements équatoriaux des fibrilles du corps fusiforme sont peu prononcés chez l'*Helix*, mais cependant assez évidents dans la plupart des cas. Ils consistent en des nodosités éparses sur les rayons vers le tiers moyen du fuseau, ou qui les épaississent régulièrement jusqu'à l'équateur. Jamais je ne les ai vus se présenter sous la forme de ce que Strasburger appelle la *plaque nucléaire*, organe auquel il attache une grande importance, puisqu'il le considère comme destiné à donner naissance aux noyaux qui se voient plus tard vers les extrémités du corps fusiforme, et à sa place quand il a cessé d'exister. Je montrerai que ces noyaux ont une tout autre origine. La signification de ces renflements est encore à trouver; mais elle ne me paraît point, en tout cas, devoir être bien essentielle.

Ils ne sont très probablement autre chose qu'un effet de la cohésion de la matière des rayons, dont les molécules, en obéissant à l'action centripète, ne perdent point pour cela leurs propriétés essentielles, et tendent à se grouper en gouttelettes globuleuses dans les parties renflées des rayons, là où leur massse est suffisante pour permettre à la cohésion d'y produire des effets sensibles.

L'appareil radiaire se révèle, même sur l'œuf vivant, précisément par ces granulations vitellines disposées en séries dont il vient d'être parlé. Si l'on examine avec attention l'espace clair d'un œuf du diverticule n'ayant plus sa vésicule germinative, on voit cet espace se dessiner à la surface du vitellus, non point sous une forme circulaire, mais sous celle d'une ellipse, ou, mieux encore, de deux petits cercles accolés (fig. 13 et 14). Vers les deux centres, les granules manquent entièrement ou sont fort rares; leur nombre augmente graduellement à partir de ces deux points, autour desquels ils semblent disposés plus ou moins régulièrement en rayons. Il en résulte que ces granulations

dessinent sous la membrane vitelline une figure de biscuit. Si l'on abaisse graduellement le plan de la vision, on reconnaît, grâce encore aux granulations vitellines, qu'il existe au-dessous deux corps sphériques accolés dont ces granulations marquent le pourtour, et qu'elles pénètrent plus ou moins. En un mot, le protoplasme résultant de la vésicule et de la tache germinatives affecte la forme de deux sphères, situées immédiatement sous la membrane vitelline. A leur point de contact avec cette enveloppe, les deux sphères se dépriment légèrement; de là les deux petites taches dépourvues de granules à la surface du vitellus. L'une de ces deux taches m'a toujours paru plus petite que l'autre, soit que les deux sphères n'aient pas exactement le même diamètre, ou bien qu'elles ne soient pas également superficielles.

Il est possible, en certains cas plus favorables que d'autres, et lorsque les granulations vitellines sont moins nombreuses à la surface de l'espace clair, de discerner, sur l'œuf vivant même, les radiations protoplasmiques, preuve qu'on ne saurait les considérer comme un simple effet des réactifs. On ne les soupçonnerait point, sans doute, si ces agents n'en avaient préalablement révélé l'existence; mais, averti par eux, on arrive à les découvrir, même dans l'œuf non modifié par les substances chimiques (fig. 16). J'ai plusieurs fois très bien vu dans le vitellus, simplement débarrassé de la plus grande partie de l'albumen, les deux soleils et le corps fusiforme. Les rayons sont notablement plus pâles qu'après l'action des réactifs; mais on y voit mieux qu'en ce dernier cas, que la substance qui les compose est constituée par des parties plus ténues et plus molles que les granulations vitellines. Les contours obscurs et bien marqués de ces dernières les font trancher vivement sur la transparence des lignes protoplasmiques, et l'on saisit très bien les rapports qu'elles ont les unes avec les autres. Les rayons de protoplasme s'étendent plus ou moins au delà de l'espace clair, dans le vitellus, qui, par contre, envoie quelques granules s'interposer aux rayons jusque dans l'espace clair lui-même. Fixés par le protoplasme qui les englobe, ces granules se plient à sa

structure et font corps avec lui, si bien que, en pressant sur la lamelle ou la faisant glisser, on voit les deux sphères unies dont il a été parlé se déplacer dans le vitellus, entraînant avec elles les granules qui les pénètrent. Nous verrons plus loin une conséquence curieuse de cette cohésion du protoplasme et des éléments vitellins.

Une importante question se présente dans l'étude de la constitution de l'appareil radiaire : quelle est la nature des centres d'où émane la force attractive ? en quels éléments réside-t-elle ? J'ai vainement cherché, par l'action des réactifs, à découvrir en ces points une forme quelconque. Il est parfaitement exact, ainsi que H. Fol l'a déjà remarqué, que les lignes rayonnantes semblent partir du centre même de chaque soleil. Mais cela peut n'être qu'une illusion, la convergence d'un si grand nombre d'éléments fibrillaires devant nécessairement beaucoup nuire à l'observation distincte du centre lui-même.

Dans cette difficile recherche, l'emploi des réactifs sur le vitellus entier m'a peu réussi. J'ai été mieux servi par l'observation immédiate de l'œuf non modifié. C'est ainsi que j'ai pu reconnaître plusieurs fois, soit au centre de l'un des soleils (fig. 16), soit aux deux à la fois, l'existence d'un très petit corps nucléaire, très peu réfringent, et entouré à une faible distance d'une paroi vésiculaire, un corps ayant en un mot tous les caractères d'un très jeune élément cellulaire. Toutes les fois que, pour le mieux observer, j'ai ajouté une goutte d'un réactif, j'ai vu aussitôt s'accuser davantage les deux soleils, mais la substance radiée assombrie m'a dérobé le petit noyau.

Un procédé, dont la réussite ne peut malheureusement tenir qu'au hasard, parvient quelquefois à donner d'excellents résultats. C'est l'expulsion de tout le corps radiaire au dehors du vitellus par une compression méthodique. Si très souvent on ne réussit qu'à écraser tout ce système, on a quelquefois la chance de le voir refouler la membrane vitelline, enfin la percer et sortir tout entier en s'étirant dans la déchirure, pour reprendre au dehors sa forme et ses dimensions. Dépouillé ainsi d'une partie des granulations qui le masquent, le corps radiaire est devenu

plus transparent, et les noyaux qui occupent les deux centres se voient plus aisement (fig. 15). En comprimant modérément la double sphère ainsi énucléée, on fait très bien apparaître ces éléments, en qui réside évidemment la cause déterminante de la formation du système des radiations, et qui ne sont autre chose que les deux petits nucléoles qui se voyaient jadis dans la tache germinative devenue trouble, accrus maintenant et compliqués par le développement d'une paroi cellulaire. Jamais je n'ai pu réussir à les mettre en évidence à l'état de simple noyau sans vésicule. Le plus jeune que j'aie observé se voit au centre d'un des soleils dans la figure 16, et est représenté plus grossi en 16 *a*. Son diamètre n'atteignait pas un 700e de millimètre.

Nous devons donc admettre que les deux nucléoles de la tache germinative, devenus libres par la diffluence de ce noyau, s'entourent de rayons par l'effet de l'attraction qu'ils exercent sur le protoplasma environnant. Nous connaissons ainsi l'origine du double système des radiations, et en quels éléments est le siége de la force attractive qui lui donne naissance.

Hâtons-nous de dire que ces cellules ne sont autre chose que celles que l'on trouve plus tard aux extrémités du corps fusiforme, peu de temps avant la sortie des globules polaires, et que tous les auteurs ont observées, mais auxquelles ils ont attribué une tout autre origine. Celle que je leur assigne ne me paraît pas douteuse. De l'état que ces éléments présentent dans la figure 16, on peut, par le procédé que j'ai indiqué plus haut, obtenir toutes les transitions aux éléments qui se voient plus tard aux deux bouts du corps fusiforme, et dont les réactifs manifestent sans peine la présence. Le corps radiaire expulsé du vitellus que représente la figure 15, et qui ne laissait voir par transparence que deux petits nucléoles, a montré, à l'aide de légers coups sur la lamelle, qui ont peu à peu dépouillé les deux globes de la majeure partie de la substance radiée, deux cellules presque complètement isolées (fig. 18). Ces cellules, extrêmement pâles, peuvent rester entièrement cachées par les granulations vitellines plus obscures, la viscosité du vitellus

paraissant plus forte que celle de la substance radiée, et le faisant résister davantage à l'écrasement, et se presser, par suite, de plus en plus sur les cellules, au fur et à mesure que celle-ci se disperse au dehors. On peut voir cependant quelquefois des restes du protoplasme radié tenant encore aux cellules plus ou moins dépouillées ; mais on n'y distingue plus qu'une substance hyaline chargée de granulations très ténues. Telle est la transparence des deux cellules, lorsqu'elles sont suffisamment jeunes, que souvent on en devine plutôt qu'on n'en voit les contours, grâce aux granulations vitellines qui les dessinent en les enveloppant de toutes parts.

Nous avons vu que la plupart des auteurs ne signalent les cellules ou noyaux du système radiaire qu'assez longtemps après sa formation. Strasburger, dont plusieurs auteurs ont accepté l'opinion, fait provenir ces noyaux du dédoublement de la plaque nucléaire en deux moitiés suivant le plan équatorial du fuseau ; ces deux plaques marcheraient chacune vers l'extrémité correspondante du fuseau ; et, avant d'atteindre ses deux bouts, se transformeraient en ces deux noyaux. Cette interprétation n'est nullement conforme aux faits observés par moi chez l'*Hélix*, et que je viens d'exposer. Sans nier d'une manière absolue cette marche des radiations du fuseau vers les sommets de ce corps, bien que je n'aie rien observé de semblable, je dois déclarer qu'il n'existe pas véritablement de plaque nucléaire chez l'Hélice. Existât-elle d'ailleurs chez cet animal, on ne saurait lui attribuer la production des noyaux du système radiaire, dont l'origine est tout autre, ainsi que je crois l'avoir démontré. Non seulement leur naissance est antérieure à l'apparition de ce système, mais encore ce sont elles qui, bien loin qu'elles en procèdent, déterminent au contraire sa formation.

Aucun auteur, à ma connaissance du moins, n'a soupçonné cette filiation de la tache, et des noyaux du corps fusiforme. Hertwig, qui, malgré les erreurs que j'ai signalées, est du moins arrivé à cette notion qu'il existe un lien génétique entre la tache et l'appareil des radiations, n'a pas été au delà : la na-

ture cellulaire des foyers d'attraction lui a complètement échappé, et l'origine des deux noyaux lui est par suite restée cachée.

Quand les noyaux du fuseau ont acquis un certain volume, ils deviennent facilement apercevables, et les réactifs en manifestent très facilement la présence. Tous les observateurs les ont alors reconnus. Le picrocarminate m'a paru fournir le procédé le plus commode pour les observer. Il en colore le corps central ou le nucléole avec énergie, tandis que le corps du noyau n'est coloré qu'en rose pâle. Aussi ce dernier peut-il échapper, pour peu qu'il soit altéré, ce qui me paraît avoir été le cas de plusieurs observations, si j'en juge par un certain nombre des figures qui ont été publiées. C'est uniquement à cause de leur constatation difficile avant qu'ils aient atteint une certaine grosseur et une certaine consistance, qu'on a pu leur attribuer une origine récente et les faire apparaître dans le fuseau (Bütschli, Strasburger) sous un volume déjà considérable.

Auerbach, Bütschli, Strasburger, insistent sur cette particularité que les noyaux apparaissent dans le fuseau, non point à ses extrémités, c'est-à-dire aux centres des sphères de radiation, mais en des points plus rapprochés du plan de symétrie du système. Cela n'est point exact non plus, et la cause de cette erreur est encore la même : on n'a pas été, comme on le croit, témoin de l'origine de ces noyaux, on ne les a pas observés à l'état jeune. Nous avons vu qu'alors ils occupent exactement les deux foyers d'attraction, les centres des radiations. Mais quand les noyaux sont plus avancés en âge, l'action dynamique qu'ils exercent sur le protoplasme ambiant cesse de se produire, et le système qu'elle avait engendré tend à se dissocier. Les deux noyaux se déplacent un peu vers l'équateur, dans la direction d'où leur vient une moindre pression. Remarquons d'ailleurs que les manipulations, les réactifs, en déformant l'œuf ou le contractant, peuvent aussi produire ou exagérer ces effets; et l'on peut même se demander si telle n'est point la cause principale de cette particularité, à laquelle on a attaché,

je crois, trop d'importance. J'ai vu souvent sur l'œuf, à l'état normal, des noyaux exactement situés aux centres des sphères de radiation, se déplacer par la compression, et toujours marcher vers le point d'accolement des deux sphères, ce qu'on pourrait appeler la *ligne neutre* du système.

C'est encore à la déformation qu'il faut attribuer le grand nombre d'exemples figurés par divers auteurs d'un fuseau dissymétrique par rapport à son axe, et courbé dans un sens ou dans un autre. A l'état naturel, le fuseau est toujours d'une régularité parfaite, et représente exactement un volume de révolution, la seule forme d'ailleurs qui convienne *à priori* à la cause qui lui a donné naissance. Il ne s'infléchit jamais que sous l'action d'une pression extérieure.

Tous les phénomènes que nous avons étudiés jusqn'à ce moment peuvent s'observer dans l'œuf contenu dans le diverticule. Le passage de l'œuf dans l'oviducte n'est marqué par aucun changement appréciable. L'espace clair, les deux corps radiés existent encore, au moins dans les premiers œufs de la série. On peut encore faire l'étude de ce système par le procédé déjà indiqué de l'expulsion hors du vitellus. Les figures 15 et 18, qui nous ont déjà occupés, ont même été fournies par un œuf oviductal. On voit les deux noyaux grossir rapidement, jusqu'au moment de la formation des globules polaires.

3° Formation des globules polaires et destruction de l'appareil radiaire.

Le premier de ces phénomènes a été très exactement décrit par Ch. Robin (1) dans ce qu'il a d'essentiel; et bien que Bütschli, ainsi que nous l'avons dit plus haut, croie devoir critiquer les descriptions qu'il en a données, je dois déclarer que, au point de vue morphologique, je ne trouve rien à y ajouter.

(1) Ch. Robin. *Mém. sur les globules polaires* et *Mém. sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation. Journal de la physiologie*, t. V, 1862. *Mém. sur le développement embryonnaire des Hirudinées*, dans les *Mém de l'Académie des sciences*, t. XL, 1875.

Les choses se passent chez l'Hélice, absolument comme chez les mollusques que Ch. Robin a étudiés.

Pour observer ce phénomène chez l'*Helix*, il suffit, la coque étant largement ouverte, de faire écouler le vitellus avec la volumineuse masse d'albumen qui l'entoure et le garantit le plus souvent contre la déformation ; on se trouve alors dans le même cas que si l'on avait affaire à un œuf naturellement transparent.

J'ai noté un temps très variable pour la formation du premier globule polaire. La durée la plus longue que j'aie observée a été de trois quarts d'heure. Par contre, la production du second globule m'a paru être beaucoup plus courte, et c'est la raison sans doute pour laquelle je n'ai pu que très rarement et incomplètement l'observer, ce qui m'a empêché de me rendre compte de sa durée exacte. Ch. Robin admet que le deuxième globule polaire sort tout formé du vitellus. Je ne puis partager cette manière de voir. Ce globule m'a paru se former par un procédé tout semblable à celui du premier.

Je ne crois pas utile d'entrer dans les détails d'une description déjà faite tant de fois, et je me bornerai à inviter le lecteur à jeter un coup d'œil sur la figure 9, où j'ai exprimé les formes successives que présente le premier globule polaire, depuis l'instant où il commence à se montrer à l'état de faible saillie transparente à la surface du vitellus jusqu'à son achèvement complet. Il est formé d'une masse protoplasmique très claire, plus ou moins chargée de granulations vitellines. Ces granulations affectent ordinairement, mais non toujours, pendant la durée de la formation du globule, une disposition sériale plus ou moins accusée, qui ne tarde pas à faire place à un autre arrangement. Le globule formé depuis quelque temps (fig. 9, g), a toutes ses granulations disposées avec une certaine régularité. Une zone extérieure, d'épaisseur rarement uniforme, en est toujours complètement dépourvue. La partie centrale du globe n'en contient pas non plus. En sorte que ces granulations se trouvent inégalement distribuées sur une surface globuleuse, rarement sphérique, enveloppée par la zone

transparente. Parmi ces granulations, on distingue assez souvent des masses informes d'une substance faiblement réfringente (fig. 9, f) présentant quelquefois une forme arrondie, qui pourrait faire croire à la présence d'un véritable noyau. J'ai même vu une fois deux corpuscules ayant cette apparence dans la même globule. Ce ne sont là très probablement que des restes non encore dissous de la tache germinative.

Le globule d'un âge encore plus avancé a un peu changé d'aspect. La réfringence du protoplasme a diminué ; il est devenu tout à fait limpide, d'apparence aqueuse pour ainsi dire. Les granulations vitellines ont elles-mêmes perdu la faible coloration jaunâtre qu'elles avaient dans le vitellus, en sorte que leur ensemble présente une teinte grisâtre. Ce sont là des effets osmotiques résultant du séjour dans un milieu nouveau plus ténu, l'albumen. La preuve en est surtout dans la formation, aux dépens de la couche la plus superficielle du globule, d'une fine paroi dont le pouvoir réfringent tranche nettement sur la limpidité du contenu.

Les embryogénistes ont dans les derniers temps attribué un rôle considérable au système radiaire dans la formation des globules polaires. D'après Bütschli, H. Fol, O. Hertwig, le premier globule polaire est formé par l'expulsion soit d'une des étoiles, soit de la totalité ou d'une partie du fuseau, qui se reforme ou se secomplète dans le vitellus, après avoir fourni à cette formation. Ces auteurs figurent, en effet, avec une netteté parfaite, dans le globule sorti ou en train de se dégager, soit le fuseau tout entier, soit une moitié seulement, l'autre restant encore dans le vitellus. Je ne puis me ranger à aucune de ces opinions. J'ai très attentivement suivi ce phénomène et cherché à retrouver ce que ces savants ont décrit. J'ai acquis la conviction que, ni le fuseau, ni sa moitié ne sortent tels quels du vitellus. On voit bien, dès l'apparition de la hernie, d'abord sessile, plus tard pédiculée, qui devient le globule polaire, des stries ou des files de granules vitellins plus ou moins nettes et plus ou moins nombreuses, se dessiner dans le protoplasme, et fluer lentement avec lui; on les suit dans le vitellus lui-même,

convergeant vers la base du globule en train de se former. Mais elles changent continuellement de disposition pour se plier à toutes les nécessités de l'écoulement, sans jamais présenter la forme caractéristique du fuseau, ni surtout d'une étoile. On les voit bien quelquefois, dans le globule entièrement formé, rapprocher leurs extrémités vers le haut du globule d'une part, et de sa base de l'autre (fig. 9, e, f). Mais ce n'est là qu'une conséquence de la forme arrondie du globule qui les contient, et de la manière dont ces files de granules ont progressé durant l'écoulement. Du reste, au bout d'un temps très court, toute trace de disposition sériale des granulations a disparu complètement et elle est remplacée par l'arrangement que j'ai déjà décrit (fig. 9, g).

Voici, selon moi, comment on peut interpréter le mode de formation et la nature des globules polaires. Tant que les nucléoles issus de la tache germinative sont encore très jeunes, et qu'ils possèdent à un haut degré la propriété de se développer et de s'accroître, ils exercent une action énergique sur le protoplasme qui les nourrit, et le système de radiations s'établit et se maintient autour d'eux. Mais, dès qu'ils ont atteint un certain volume, et probablement au moment précis où ils acquièrent une paroi vésiculaire qui, par elle-même et par le liquide sous-jacent, interpose un obstacle au contact jadis immédiat du noyau et du protoplasme, l'attraction moléculaire cesse de s'exercer. Le double système qu'elle avait formé ne se détruit point aussitôt pour cela ; il se maintient encore, grâce à la cohésion que la force attractive avait fait naître, à la viscosité de la substance radiée. Mais cette substance jouit cependant d'une certaine fluidité, qui augmente sans doute d'autant plus que l'attraction a cessé depuis longtemps, et que le système qu'elle avait édifié tend de plus en plus à se désagréger. D'autre part, la masse vitelline, sensiblement plus visqueuse, et douée d'une force de contraction que nombre d'observateurs ont déjà constatée, exerce une certaine pression sur le protoplasme radiaire. Celui-ci, pressé de toutes parts, se soulève en éminence arrondie à la surface du vitellus, dont il finit par se

séparer en prenant la forme sphérique, par un effet naturel des forces moléculaires développées dans tout fluide. Il n'est pas étonnant que la masse expulsée présente en s'écoulant, et conserve ensuite pendant quelque temps, en vertu de sa viscosité même, une partie de sa structure radiée; de là les séries granulaires que l'on a prises pour telle ou telle partie du système radiaire lui-même, étoile ou fuseau. L'opinion de Hertwig, dans ses dernières recherches, est que le premier globule polaire est formé par la couche extérieure du système. Elle s'accorde assez avec l'interprétation que je viens de faire connaître ; cet auteur ne se prononce point toutefois sur la cause qui oblige le globule à sortir du vitellus.

La sortie du deuxième globule présente les mêmes particularités, et peut être attribuée à la même cause que celle qui a produit le premier.

Pendant que le premier globule se formait, il était facile de voir, dans le vitellus voisin, des séries granulaires se diriger en rayonnant vers la base de ce globule ; on les aperçoit encore après sa formation. On ne les ditingue plus que très vaguement, et pas toujours, pendant que le deuxième globule se forme. Je ne les ai jamais distinguées après la sortie des deux globules. Je n'ai donc pu reconnaître ni le fuseau, ni les deux soleils, entre la production du premier globule et celle du second. Il se peut que, chez l'Hélice, les radiations se maintiennent moins longtemps autour des deux noyaux que chez d'autres espèces animales. Il semble que, chez ce Mollusque, il ne reste plus dans le vitellus, après la sortie des deux corpuscules, aucune trace du protoplasme radié. Les cellules, qu'il est alors très facile de voir, se sont toujours montrées à moi dépourvues d'auréole.

On peut se demander pourquoi ces cellules ne s'écoulent point au dehors, avec le protoplasme qui les entoure, pendant que les globules se forment. La cause en est sans doute dans leur masse d'abord, que le faible courant de protoplasme ne peut suffire à ébranler, dans leur volume ensuite, qui ne peut se plier à l'écoulement aussi facilement que la matière fluide environnante.

En proposant la théorie qu'on vient de lire de la formation des globules polaires, je ne prétends point, assurément, la donner pour tout à fait certaine. Mais elle me paraît au moins avoir le double avantage de n'être en désaccord avec aucun des faits observés, et de rattacher à une cause plausible des phénomènes que généralement on n'a pas même songé à expliquer d'une façon quelconque. Enfin, si elle est conforme à la réalité, il n'y a plus à s'occuper de toutes les suppositions, aussi diverses que peu fondées, que la science a enregistrées sur la signification des globules polaires. Ce sont des excrétions du vitellus, si l'on veut, bien que rien ne prouve que, à défaut de leur sortie, un inconvénient quelconque en pût résulter pour l'ovule. Mais ils ne sauraient, à coup sûr, représenter des cellules, modifiées ou non, ainsi que quelques auteurs l'ont admis. Leur structure n'a rien de l'élément cellulaire, et ils ne naissent point comme lui.

Leur fusion, si facile chez certaines espèces, constatée par Ch. Robin (1), montre bien qu'ils ne sont que de simples gouttes de protoplasme pouvant se fondre l'une dans l'autre. Leur dédoublement, signalé encore par le même auteur, et dont j'ai moi-même observé un cas chez l'Hélice (fig. 12), rappelle moins le fractionnement des cellules que la subdivision des gouttelettes dans une émulsion.

J'ai cru devoir leur conserver le nom de globules polaires, parce qu'en somme le pôle où ils naissent est celui où le sillonnement débute plutôt que celui de corpuscules de direction, car ils n'ont aucune influence directrice sur le fractionnement.

En même temps que les globules polaires, sont fréquemment expulsées des parcelles de substance vitelline renfermant de une à trois ou quatre granulations. Ces parcelles se distendent promptement en absorbant un liquide ténu qu'elles puisent dans l'albumen, et qui soulève autour d'elles une très fine et presque imperceptible enveloppe (fig. 10 et 11). Nous avons déjà vu que l'albumen exerce une action osmotique semblable,

(1) V. Ch. Robin, *loc. cit.*

mais beaucoup moins prononcée, sur les globules polaires eux-mêmes.

J'ai déjà parlé, dans la première partie de ce travail, à propos de la membrane vitelline, de la pellicule soulevée par les globules polaires, et qui se moule si exactement autour d'eux, qu'elle a pu longtemps échapper à l'observation, jusqu'à ce que la découverte en ait été faite par Ch. Robin. (Voir fig. 10 à 12.) Je n'y reviendrait point ici.

4° De la formation des globules polaires au début de la segmentation.

Revenons maintenant aux deux noyaux que l'expulsion des deux globules polaires a dépouillés de l'appareil radiaire. Selon quelques auteurs, ils conserveraient encore chacun une auréole amoindrie, que je n'ai jamais observée chez l'Hélice. Ces noyaux sont maintenant bien plus faciles à constater qu'avant la sortie des globules. On rencontre peu d'œufs où l'acide acétiqne ne montre au moins leur nucléole, devenu plus volumineux, et que le picrocarminate fait surtout ressortir par la belle coloration de carmin qu'il lui donne, tandis que le corps du noyau paraît à peine teinté de rose, ou même ne se montre pas toujours. Le plus souvent on le devine, plutôt qu'on ne le voit distinctement, à une pâle atmosphère qui entoure le nucléole (fig. 19). Enfin, la simple pression peut quelquefois révéler la présence des noyaux au milieu des granulations vitellines.

Ils n'ont point sensiblement grossi durant la formation des globules polaires, mais leur nucléole est devenu plus volumineux. Tantôt on les voit un peu écartés l'un de l'autre, tantôt très rapprochés. Quand on essaie de les rendre plus évidents en comprimant l'objet, on les voit généralement tendre à se porter l'un vers l'autre plutôt qu'à s'écarter, et souvent arriver au contact, ainsi que la figure 19 le représente. On arrive ainsi quelquefois à les faire sortir du vitellus (fig. 20), entraînant autour d'eux une plus ou moins grande quantité de granulations vitellines adhérentes à leur surface ; mais ce cas d'expulsion est très rare. On ne les voit plus alors, comme lorsqu'ils étaient

plus jeunes et entourés de radiations, plongés dans un protoplasme transparent et finement grenu, la substance des rayons (fig. 18).

Avant de parler des changements qui se produisent dans les deux noyaux, il nous faut examiner un des points les plus obscurs de l'évolution de l'œuf.

Une question se présente tout d'abord relativement au nombre de ces noyaux. Je les ai toujours vus, chez l'Hélice, n'être que deux, ni plus ni moins. C'est là pour moi un fait indubitable, et dont pourra se convaincre quiconque se livrera à une étude attentive de l'œuf de cet animal.

Bütschli, chez les diverses espèces qu'il a étudiées, a tantôt vu deux noyaux, tantôt trois, tantôt un plus grand nombre, et parfois même une multitude considérable. H. Fol pense que cette multiplicité des noyaux doit être attribuée à des altérations, et tel est aussi mon avis. L'action trop prolongée des réactifs et autres causes diverses déterminent souvent un fractionnement irrégulier des éléments cellulaires, et amènent la séparation de gouttelettes diffluentes dans les masses albumineuses comme le vitellus, toutes apparences qui peuvent bien, en certains cas, et dans un milieu granuleux, en imposer pour de véritables noyaux.

O. Hertwig, chez la majorité des espèces qu'il a étudiées, a reconnu dans l'œuf, après la formation des deux globules polaires, la présence de deux noyaux. Chez l'Astérie seulement, il aurait trouvé cinq petits noyaux qui, par leur union, constitueraient le noyau de l'œuf (Eikern). Mais nous pouvons écarter comme fautive cette dernière observation, ainsi que nous l'avons déjà fait pour les données semblables de Bütschli. On est d'autant plus autorisé à n'en point tenir compte, que ee résultat (pl. VIII, fig. 12) a été obtenu dans un œuf modifié par les réactifs, et que, sur l'œuf vivant, Hertwig figure tantôt deux noyaux de volume à peu près égal (pl. VI, fig. 14), tantôt un seul, qu'il considère comme résultant de l'union des deux précédents (pl. VI, fig. 10 et 15), et représentant le noyau femelle.

Nous pouvons donc considérer comme étant de règle qu'il

existe dans l'œuf, après la sortie des globules polaires, deux noyaux seulement. Mais nous sommes encore bien loin d'avoir ainsi ramené à une même formule générale les divers résultats qui ont été produits.

Essayons encore d'éclaircir un second point. Il s'agit de l'apparence et du volume relatif de ces cellules. Et c'est là, ainsi qu'on va le voir, une question d'une importance capitale. Bütschli, sauf les cas éliminés, où il représente plus de deux noyaux, donne à ces corps un volume à peu près égal et une structure semblable, et il ne dit point que jamais, et particulièrement au moment où l'on commence à les reconnaître, une différence marquée existe entre ces deux éléments.

Auerbach ne parle pas davantage de différences entre les deux noyaux.

Hertwig a apporté une donnée nouvelle, la distinction fondamentale, essentielle des deux noyaux. L'un est un noyau femelle (Eikern), l'autre un noyau mâle (Spermakern). Le premier appartient en propre à l'œuf, le second y est introduit, et résulte de la transformation du spermatozoïde fécondateur. Ces idées devaient nécessairement amener Hertwig à trouver dans ces deux noyaux des différences morphologiques correspondant à leurs fonctions distinctes. Et, en effet, chez la plupart des espèces dont il a suivi le développement, on voit, dans ses descriptions et dans ses figures, de notables différences entre le noyau femelle et le noyau spermatique.

Un Hétéropode (*Pterotrachœa*) et un Gymnobranche (*Phylirhoë*) font cependant exception à la règle. Les noyaux, dans ces deux espèces, aussitôt après la sortie des globules polaires, sont représentés comme parfaitement semblables l'un à l'autre.

Chez le Gastéropode qui a fait l'objet de mes études, j'ai toujours reconnu, ainsi que mes figures en témoignent, l'exacte similitude des deux noyaux, soit avant, soit après la sortie des globules polaires. J'ai, il est vrai, constamment trouvé une légère différence de volume entre l'un et l'autre, mais cette différence est bien loin d'égaler celles que Hertwig a fait connaître, et ne pouvait jamais faire naître l'idée qu'on n'avait pas sous

les yeux deux éléments de même nature et de même importance physiologique. J'ai choisi, pour les représenter de préférence, les deux noyaux qui m'ont paru le plus dissemblables (fig. 21, *b*). On y voit seulement, outre la différence de taille, que l'un d'eux se trouve à une phase plus avancée que l'autre de la multiplication des nucléoles, particularité dont nous parlerons plus loin.

Malgré la divergence énorme qui existe donc à ce sujet entre les observations de Hertwig et les miennes, il m'est impossible de douter de l'exactitude des résultats que j'ai obtenus. Ce point particulier, l'étude des deux noyaux, a, plus qu'aucun autre, fixé mon attention. Je me permettrai même d'ajouter que ces résultats doivent inspirer d'autant plus de confiance au lecteur, que je n'ai pas été réduit, comme les auteurs qui m'ont précédé, à prendre les noyaux seulement au temps où ils deviennent libres par le départ des globules polaires ; j'en ai suivi l'évolution dans l'appareil radiaire, où personne n'avait songé à les aller chercher, sauf Bütschli, qui ne les a reconnus, toutefois, que dans les derniers temps de l'existeuce du fuseau, et dont les observations à ce sujet paraissent avoir été complètement laissées de côté. Si l'on n'en a point tenu compte, si l'on a ainsi abandonné la voie qui devait conduire à découvrir l'origine commune des deux noyaux, cela ne peut tenir qu'à la préoccupation trop évidente de trouver dans l'œuf un signe palpable de la fécondation accomplie. Aussi, ne faut-il point s'étonner, si le noyau femelle, et quelquefois les deux noyaux sexués, sont donnés, au moment de leur apparition, comme ayant déjà un volume considérable. Le fait est parfaitement exact en soi, et conforme à ce que j'ai toujours observé. Les noyaux sont, en effet, déjà très développés à ce moment; mais ils sont bien loin de leur naissance, et leur volume aurait dû faire assez comprendre qu'on n'avait pas sous les yeux des éléments venant de naître.

Il semble que O. Hertwig l'ait senti, car parfois, chez l'Astérie notamment, il représente le noyau femelle comme résultant de l'union de plusieurs vacuoles, origine bien étrange, soit dit

en passant, pour un noyau. Mais d'où viennent ces vacuoles elles-mêmes? Hertwig n'en dit rien, et pour cause : les jeunes noyaux des extrémités du fuseau lui ont complètement échappé. Quant au noyau spermatique, rien de plus dissemblable que les figures qu'il en donne pour les différentes espèces, au moment où il commence à l'apercevoir. Et les auteurs qui ont suivi ses idées sont dans le même cas. On est tenté de croire que, préoccupés de trouver le noyau spermatique, les observateurs ont été conduits à décorer de ce nom toute forme, tout corpuscule qui a pu être aperçu dans l'œuf fécondé au milieu des granulations vitellines. C'est tantôt un petit corps imperceptible, accolé au noyau femelle, et tout semblable à un nucléole qui en serait sorti artificiellement; c'est ailleurs une petite vacuole; ailleurs encore une petite étoile entourant un noyau; enfin, ce peut être un gros noyau, en tout semblable au noyau femelle. En présence de disparates aussi tranchés, quand il s'agit d'éléments au fond les mêmes, remplissant le même rôle important, le doute n'est-il pas légitime et un devoir étroit du savant?

Frappé à bon droit de ces différences du noyau spermatique dans les divers cas, O. Hertvig les explique de la manière suivante. Quand le spermatozoïde est entré dans l'œuf avant que le noyau femelle soit formé, les deux noyaux sexués s'imbibent également, avant leur union, du suc nucléaire, et sont d'égale grosseur. Mais, lorsque le noyau femelle est déjà formé avant l'entrée du spermatozoïde, et s'est développé et accru aux dépens de tout le suc nucléaire disponible, le noyau spermatique demeure un très petit corpuscule. Des différences semblables se reconnaissent chez un même animal, l'Astérie, par exemple, suivant que l'œuf est fécondé avant ou après la formation du noyau femelle.

Mais O. Hertwig n'explique pas comment il se fait que, chez le *Pterotrachea* et le *Phyllirhoë*, les deux noyaux sont toujours d'égal volume, tandis que, chez le *Tiedemannia*, le noyau spermatique venant de se former est notablement plus petit que le noyau femelle, bien que, chez tous ces animaux, la fécondation précède la formation de ce noyau.

Si les deux noyaux diffèrent tant, mais non toujours, l'un de l'autre, au moment où on les voit pour la première fois, il n'en est point ainsi plus tard. Vers le terme de leur évolution, ils se ressemblent constamment, et c'est encore là un fait exact. C'est qu'alors il y a moins de causes d'erreur possibles ; les deux noyaux sont plus volumineux et plus faciles à constater l'un et l'autre. Précédemment, l'un d'eux pouvait très facilement échapper, et l'on cherchait alors le noyau spermatique, l'autre étant déterminé comme noyau femelle, et l'on arrivait à le trouver, fût-il une simple vacuole.

En résumé, mes observations signalent deux noyaux en tout temps similaires. Auerbach, Bütschli, dont l'esprit n'était point à cet égard prévenu, ont, sauf les erreurs déjà notées, observé aussi deux noyaux semblables. Hertwig lui-même ne peut s'empêcher, malgré ses idées préconçues sur le rôle absolument distinct des deux noyaux, de constater aussi en certains cas cette similitude (*Pterotrachœa*, *Phyllirhoe*). Ce simple rapprochement suffirait, je crois, en l'absence d'autres considérations, pour montrer de quel côté doit être la vérité.

S'il est vrai que les deux noyaux de l'œuf fécondé soient des éléments de même nature et de même origine ; si surtout cette origine doit être reportée, ainsi que je crois en avoir fourni la preuve, jusqu'à la tache germinative elle-même, il n'y a donc point de noyau spermatique, il n'y a point de pénétration du spermatozoïde, ou, si cette pénétration existe, elle est encore à démontrer.

Ce n'est point sans y avoir mûrement réfléchi, et sans y être poussé par une conviction profonde, que je me vois obligé de me prononcer contre des idées fort en faveur aujourd'hui, qui ont même excité une certaine admiration. Mais je ne pouvais voir dans les faits ce qu'ils ne me montraient point. Je n'ai trouvé dans l'œuf fécondé aucune trace morphologique d'un spermatozoïde hypothétiquement introduit, et je démontre que ce que l'on a regardé comme tel est autre chose.

En dehors de ce que l'on a publié concernant les Échinodermes, données que je réserve ici complètement, me propo-

sant d'y revenir dans un autre travail, on ne possède encore rien de positif sur la pénétration chez les Mollusques, ni même chez les autres animaux, au moins dans le sens nouveau que l'on attache aujourd'hui à cette pénétration. Tout donc se réduit à cet égard à de simples présomptions. Ce n'est point pour avoir vu préalablement le spermatozoïde dans l'œuf qu'on a parlé de noyau spermatique. Au contraire, l'introduction de l'élément fécondateur étant *à priori* admise, on a déterminé dans l'œuf un noyau spermatique. Il s'en faut donc que la pénétration soit un fait positif, scientifiquement établi.

Je ne puis considérer comme une preuve les faits signalés par O. Hertwig chez le *Tiedemannia* (1). Cet auteur figure, près du noyau spermatique naissant, et en continuité avec lui, un filament qu'il n'hésite point à considérer comme la queue du spermatozoïde fécondateur. Ce filament grandit et s'allonge considérablement, pour entourer à distance les deux noyaux conjugués. Cette persistance insolite de la queue du spermatozoïde, après que le corps a déjà fourni un noyau, ce développement dont on ne peut saisir ni la cause ni la portée, doit inspirer les doutes les plus sérieux sur la signification que l'auteur lui donne. On sait qu'ailleurs, chez les Échinodermes, le sort de la queue du spermatozoïde est tout autre ; elle ne tarde pas à devenir indistincte, d'après H. Fol, dès que la tête a pénétré dans le vitellus. C'est encore là une nouvelle preuve de la facilité avec laquelle on s'est laissé aller, dans ces questions, à voir dans les faits observés la vérification de ses idées théoriques.

Une dernière remarque, qui ne me paraît pas dépourvue d'importance. Chez l'Astérie, où l'expulsion des globules polaires est antérieure à la fécondation, les deux noyaux que Hertwig a trouvés quelquefois dans l'œuf vivant, après la terminaison de ce phénomène, et qui pour moi ne sont et ne ne peuvent être autre chose que les deux noyaux issus du fuseau, ne sauraient évidemment être déterminés comme étant le noyau femelle et le noyau spermatique, puisque l'apparition de ce dernier doit

(1) O. Hertwig, *Beiträge zur Kenntnis*, etc., *morph.*, *Jahrb*, IV Bd., 2 Hft. Pl. XI, fig. 9 et 5.

être consécutive à l'entrée du spermatozoïde. Aussi Hertwig n'hésite-t-il point à les faire fusionner pour constituer le noyau de l'œuf, ce qu'il n'aurait certainement point fait, si déjà la fécondation avait eu lieu. En un mot, que l'œuf ait été ou non fécondé, on voit dans tous les cas deux noyaux, après la sortie des globules polaires. Si l'œuf a été déjà fécondé, l'un de ces noyaux est le noyau femelle, l'autre le noyau spermatique. Mais si l'œuf n'a pas encore subi le contact du sperme, les deux noyaux se conjuguent pour former le noyau femelle. Ainsi les mêmes éléments, suivant les circonstances, reçoivent des déterminations absolument distinctes. En outre, une seule conjugaison se produit dans le premier cas, deux conjugaisons successives dans le mode. N'est-il pas évident que la préoccupation théorique parle ici bien plus que les faits?

Il est plus naturel et plus simple, je crois, de penser que les choses sont au fond les mêmes dans tous les cas, quel que soit le moment de la fécondation. Les deux noyaux, selon toute vraisemblance, ont toujours la même signification, remplissent le même rôle, et cela que l'effet de l'imprégnation se fasse sentir sur eux un peu plus tôt ou un peu plus tard. C'est ce que semblent d'ailleurs établir les expériences de O. Hertwig lui-même sur l'œuf de l'Astérie, où le résultat évolutif est absolument le même, que la fécondation ait lieu soit avant, soit après la formation des globules polaires (1).

(1) Je n'ai eu connaissance qu'après avoir achevé la rédaction de ce travail d'un mémoire considérable, illustré d'un luxe peu ordinaire de figures, publié par H. Fol, dans le t. XXVI des *Mémoires de la société de physique et d'hist. nat. de Genève*, ayant pour titre : *Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux*. L'auteur y développe les recherches dont il avait déjà fait connaître sommairement les résultats dans un mémoire déjà cité et portant un titre analogue. J'y note quelques faits importants au point de vue particulier qui m'occupe :

1° H. Fol reconnaît maintenant que le premier amphiaster de rebut se forme aux dépens de la vésicule germinative, qui ne disparaît qu'après que l'amphiaster s'est montré; résultat, sauf l'expression, conforme à celui que j'ai obtenu, la première apparition du système radiaire ayant lieu, chez l'*Helix*, dans le protoplasme de la vésicule germinative en train de se dissoudre. Mais H. Fol ne fait point participer directement la tache elle-même à la formation de l'amphiaster. Loin de là, sans nier absolument cette participation, il la considère comme improbable.

2° H Fol a vu se former, dans l'œuf de l'*Asterias glacialis*, après l'expulsion des

Reprenons enfin les deux noyaux des figures 19 et 20, que l'on trouve toujours dans l'œuf de l'Hélice au-dessous des globules polaires, afin d'en suivre le sort ultérieur.

Les procédés qui ont permis de découvrir leur existence continuent à les montrer avec une facilité de plus en plus grande, au moins pendant quelque temps. Ils grossissent en effet sensiblement, et en même temps leur nucléole subit des modifications remarquables. Il se partage d'abord en deux autres (fig. 21, *a*), qui peuvent être de dimensions inégales. Ces derniers se subdivisent à leur tour de la même façon, en sorte que le nombre des nucléoles augmente considérablement, tandis que leur volume s'amoindrit (fig. 22, *b*, *c*, *d*). C'est une véritable segmentation qui produit leur division, car on rencontre fréquemment de ces corpuscules, affectant soit la forme bien connue de biscuit, soit celle de deux sphères unies par une partie commune très étroite. Mais cette division dichotomique n'est nullement régulière; les corpuscules d'une même génération ne se segmentent pas simultanément. Les nucléoles marchent ainsi vers une sorte de pulvérisation.

Cet état des noyaux a été observé par Bütschli chez le *Limnœus auricularis*, le *Succinea* Pfeifferi et le *Cucullanus elegans*. O. Hertwig le décrit aussi dans l'œuf fécondé de *Tiedemannia*, où il a vu la division se poursuivre jusqu'à réduire les nucléoles à l'état d'une sorte de poussière nucléaire.

Ici se présente une lacune dans mes observations. J'ai vai-

globules polaires, et aux dépens des restes du second amphiaster de rebut, d'abord une, puis un plus ou moins grand nombre de taches ayant l'aspect de petits noyaux irréguliers, et qui finissent par se fusionner pour constituer le pronucléus femelle. C'est, on le voit, sauf une origine déterminée formellement attribuée à ces noyaux, à très peu près ce qu'en a dit Hertwig. L'auteur ne pouvait évidemment reconnaître l'origine véritable de ces éléments et leur préexistence dans l'amphiaster, vu le rôle qu'il fait jouer à ce dernier corps dans la production des globules polaires.

3° L'auteur revient, pour la corriger, sur l'erreur que j'ai signalée plus haut, et qui est relative à la réapparition de la vésicule germinatrice après une première disparition (p. 250.)

4° Le schéma de l'évolution de l'œuf de l'Astérie est le même chez H. Fol que chez O. Hertwig; mais je constate que les figures des deux auteurs sont loin de paraître représenter les mêmes objets. Elles sont aussi différentes que s'il s'agissait d'animaux d'espèces non seulement distinctes, mais même assez éloignées. Je n'ai pas à insister pour faire sentir la portée de cette remarque.

nement essayé de voir clairement ce qui advient en dernier lieu des deux noyaux. Soit que la chance m'ait mal servi, soit que l'Hélice présente à cet égard des difficultés particulières, je n'ai pu me convaincre par le fait, ni de la conjugaison des deux noyaux admise par tous les auteurs sans exception, ni d'un tout autre mode de disparition.

Je n'ai point noté, ainsi que les auteurs disent l'avoir vu, un rapprochement marqué et constant des noyaux dans tous les œufs. Je les ai toujours vus à une distance quelconque l'un de l'autre, jamais en contact immédiat, appliqués l'un contre l'autre. Je n'ai donc pu constater leur union.

Il m'a semblé que, lorsqu'ils ont atteint le volume et l'état que représente la figure 21 *d*, leur fragilité est grande, et souvent l'un d'eux ne se voit pas. Il est certain, d'autre part, que chacun d'eux, individuellement, ne concourt pas au fractionnement de l'œuf. Les caractères de l'appareil de radiations qui précède immédiatement ce phénomène, et détermine sa production, sont les mêmes que ceux du premier appareil que nous avons vu être né d'un noyau unique. Il faut donc qu'un seul noyau donne naissance aux deux soleils et au fuseau de segmentation.

Il n'y a donc point de milieu : ou bien l'un des noyaux disparaît, l'autre étant seul appelé à hériter de l'individualité de l'ovule, et à revêtir la dignité de noyau vitellin, ou bien les deux noyaux se fusionnent.

Pour qui croit à la sexualité de ces noyaux, leur conjugaison va de soi. N'ayant point cette raison préjudicielle pour croire à leur union, que d'ailleurs je ne pouvais constater, il me restait des doutes que je vais faire connaître.

La première idée de la conjugaison des noyaux appartient à Warneck. Mais c'est Bütschli qui, le premier, attacha à cette donnée une importance théorique considérable. Or, il est évident que, dès ses premières recherches sur ces questions, publiées dans le journal de Siebold et Kölliker, il était préoccupé de l'idée de ramener à une même formule générale la conjugaison des Infusoires et les phénomènes

dont l'œuf est le siège. Bien que la fusion en un seul élément nucléaire d'organites aussi multiples et aussi compliqués que ceux que l'auteur donne souvent comme destinés à s'unir soit difficile à comprendre, Bütschli cependant est conséquent avec lui-même, et les noyaux qu'il représente comme résultat d'une conjugaison paraissent bien dans ses figures (*Succinea*, *Lymnæus*) être des éléments uniques. Mais on y voit encore persister la multitude des nucléoles qu'on voyait auparavant dans les deux noyaux. En quoi donc a consisté la conjugaison? N'est-ce qu'un simple mélange du contenu de ces deux éléments? Tel n'est pas le résultat du phénomène désigné sous ce nom dans les organismes inférieurs.

Moins conséquent avec lui-même, peut-être parce qu'il est plus exact, Hertwig, qui admet d'autant plus la conjugaison, qu'il lui a donné en quelque sorte le caractère d'une nécessité logique, en attribuant aux deux noyaux une sexualité différente, Hertwig figure les noyaux dits conjugués comme immédiatement accolés l'un à l'autre, mais séparés encore par leurs deux parois interposées, alors que déjà la double étoile est manifeste. Ce ne saurait être là, évidemment, une conjugaison, mais une juxtaposition pure et simple de deux éléments demeurés distincts. L'auteur ne nous dit pas comment est née la double étoile, ni si l'un des noyaux ou tous les deux ont concouru à la former. C'est trop peu de savoir qu'elle se montre aux deux extrémités de la paroi commune, que plus tard du reste il dit se dissoudre au milieu des stries du fuseau. Mais on n'est pas avec cela suffisamment renseigné sur la conjugaison. Je ne reproche point à Hertwig de n'avoir pu tout voir, assurément, mais d'avoir admis la conjugaison sans en avoir des preuves suffisantes. La conjugaison véritable, partout où elle a été réellement vue et décrite, présente une pénétration complète de deux organismes, la substitution d'une individualité unique à deux individualités distinctes, ce que personne encore n'a clairement montré ici.

En somme, la structure compliquée des noyaux, structure qu'on voit persister après leur union, ne peut se concilier dans

mon esprit avec l'idée de conjugaison. En présence de ces difficultés, qu'aucun fait positif ne vient résoudre, et considérant que les radiations du premier fractionnement ne peuvent procéder que d'un noyau unique, j'aime mieux croire qu'une des deux cellules disparaît entièrement, qu'une seule persiste, ou tout au moins qu'une seule devient le noyau vitellin. Une seule en un mot se perpétue en fournissant une descendance, l'autre meurt entièrement. Est-ce la plus volumineuse qui est favorisée? Est-ce celle qui, plus que l'autre, aurait subi les effets de l'imprégnation? Je ne saurais le dire.

J'ai inutilement cherché, par une étude longtemps poursuivie, d'obtenir quelque renseignement sur l'apparition des deux étoiles de la première segmentation. Il est probable qu'un des nombreux nucléoles de l'un des noyaux, à l'exclusion de tous les autres, se segmente et donne ainsi naissance aux deux centres d'attraction autour desquels s'organisent les deux étoiles. Mais c'est en vain que, par tous les procédés dont j'ai pu disposer, j'ai essayé de découvrir dans ces nucléoles quelque différence qui permît de supposer que tel d'entre eux pouvait être destiné à devenir le point de départ de l'appareil radiaire. Cette étude est à reprendre, et je tâcherai d'être plus heureux avec une autre espèce qu'avec l'*Helix*.

Mes études ne se sont pas portées spécialement sur le processus même de la segmentation. Je noterai cependant les observations suivantes, faites pour ainsi dire en passant.

J'ai plus d'une fois observé, avec l'aide des réactifs, l'appareil radiaire qui provoque le premier fractionnement. Mais je l'ai observé quelquefois même sur l'œuf vivant, et je donne de préférence l'aspect que m'a présenté, dans ce dernier cas, cet appareil, récemment formé sans doute, dans un vitellus qui ne présentait pas encore le moindre indice de sillonnement (fig. 22). Cela venait évidemment de ce que les radiations étaient encore loin d'atteindre la surface de la sphère vitelline. La région moyenne du fuseau était très claire, grâce au protoplasme résultant du noyau disparu. Je n'ai pu reconnaître, au

centre de ces radiations encore naissantes, les deux jeunes noyaux pleins d'activité.

J'ai fréquemment observé aussi dans des œufs, à différentes périodes du fractionnement, des globules vitellins où se voyaient très nettement, même sans le secours des agents chimiques, des radiations en tout semblables aux précédentes.

Quand la division d'une sphère en deux s'est accomplie, il ne reste bientôt plus de vestiges des radiations. On reconnaît alors, au centre de chacune des deux sphères nouvelles, un noyau à nucléoles multiples de tout point semblable, sauf le volume, à ceux qui existaient avant le début du fractionnement. Comme ici les nouveaux systèmes radiaires qui se formeront ne peuvent procéder pour chaque sphère que d'un noyau unique, c'est une probabilité de plus pour l'hypothèse qu'à l'origine de la segmentation, un noyau unique aussi a fourni le système radiaire.

Ainsi que dans les radiations primaires, au temps de la formation des globules polaires, l'attraction dans les sphères de segmentation ne paraît très énergique qu'autant que les noyaux sont encore très jeunes et n'ont pas encore acquis de membrane d'enveloppe. Quand les radiations sont tombées, on aperçoit toujours un noyau vésiculeux dans la sphère.

Dans la plupart des espèces animales, les effets de la force attractive résidant au centre de chaque sphère persistent, dans ce sens que les sphères une fois formées se maintiennent, ce qui peut tenir à la viscosité des éléments vitellins. Mais il est des espèces où, le vitellus étant plus fluide, le système d'équilibre engendré par l'attraction s'écroule dès que cette force ne le maintient plus. Alors les sphères précédemment formées se fusionnent, puis des sphères nouvelles surgissent de nouveau, lorsque les noyaux devenus inactifs ont engendré des nucléoles pleins d'énergie vitale. Ainsi s'explique la coalescence des sphères observée par de Quatrefages chez les Hermelles.

Il est enfin des espèces, et Kölliker le premier en a cité des exemples, où le vitellus ne se fractionne pas. Mais les noyaux

se multiplient suivant le procédé ordinaire, et le vitellus qui les nourrit diminue à mesure. Cela s'explique naturellement par une force attractive moindre des éléments nucléaires.

La notion de l'existence d'une force attractive dans les phénomènes de l'évolution de l'œuf n'est point nouvelle, en effet, dans la science (1), mais la découverte du système des radiations en a apporté une démonstration saisissante.

Dire que les noyaux exercent une attraction sur le protoplasme qui les entoure, cela n'apprend sans doute pas grand'-chose sur la vie intime de ces éléments. Mais c'est déjà beaucoup de voir ainsi éclairés d'une vive lumière les phénomènes morphologiques, autrement absolument obscurs, de la formation des sphères de fractionnement et de la division des cellules, d'avoir réduit à une action purement mécanique la cause prochaine de la division des éléments.

Il est possible, à l'aide de cette donnée, de se rendre compte de certaines particularités que présente la division des cellules dans les deux règnes. Divers observateurs ont déjà signalé bien des fois (V. Strasburger, Bütschli) la forme ellipsoïde ou en barillet affectée par le noyau cellulaire avant sa division, forme toujours accompagnée de l'existence de séries granulaires allant d'une extrémité à l'autre du grand axe, et rappelant plus ou moins le corps fusiforme d'un appareil complet de radiations. C'est en effet un appareil semblable qui est alors contenu dans le noyau, ou plutôt les deux centres attractifs nécessaires à sa production. Mais, emprisonnés dans une enveloppe résistante, leur action ne peut s'exercer que dans cette étroite limite, et l'appareil radiaire normal, avec les deux soleils et le fuseau, ne peut s'étaler en entier. Que cet obstacle vienne à disparaître par rupture ou dissolution de la membrane limitant le noyau, aussitôt le système de radiations éclate dans toute sa plénitude. Les choses souvent ne se passent pas autrement, même dans la segmentation de l'œuf.

(1) On peut voir à ce sujet : Kœlliker, *Beiträge zur entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere*, dans *Müller's Archiv.*, 1843; et *J. Pérez, Rech. sur l'Anguillule terrestre*, dans *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VI, 1866.

C'est ainsi encore que, chez les Nématoïdes, on a depuis longtemps signalé, durant la prolifération de la cellule mère spermatique, les radiations granulaires qui entourent les noyaux qu'elle engendre, sauf d'un côté, celui qui est adossé à la paroi de la cellule mère. C'est aussi un effet de l'accolement de ces noyaux à la membrane, qui met obstacle à l'uniformité du groupement des granules sur leur pourtour. Le même effet se produit, moins manifeste pourtant, sur l'appareil radiaire provenant de la vésicule germinative, par suite de son accolement à la face interne de la membrane vitelline, comme on le voit dans mes fig. 13 et 14.

Je suis même surpris que, étant donnée cette notion de force attractive, admise par plusieurs auteurs (H. Fol, Strasburger), et surtout le fait tant de fois observé de noyaux entourés d'une auréole dans le vitellus, on n'ait pas été conduit à découvrir qu'en aucun cas, il n'y avait des radiations sans noyaux, que, toutes les fois qu'on observait des rayons, il y avait à leur centre un corps cellulaire. Avec cette donnée, le phénomène de la production des rayons ne fût point resté enveloppé d'une obscurité complète, on n'eût pas si longtemps ignoré en quoi résidait la cause déterminante de leur manifestation.

Quoi qu'il en soit, les faits que je viens de rappeler montrent que cette force attractive est incapable de franchir l'épaisseur d'une membrane cellulaire. Le protoplasme qui se dispose en rayons autour d'un nucléole, dès que celui-ci devient libre, demeure inerte tant qu'une membrane, si mince qu'elle soit, met obstacle à leur contact immédiat. La force attractive qui réside dans les noyaux ne s'exerce donc point à distance. Preuve évidente qu'elle est de la nature des forces moléculaires, dont le propre est de ne pas étendre leur action à des distances appréciables pour nos sens.

L'existence d'une force attractive dans les éléments cellulaires n'est donc pas une notion dépourvue d'intérêt.

Mais qui dira comment, dans un noyau d'abord simple, se forment deux petits noyaux? Qui expliquera la substitution de deux centres attractifs à un centre primitivement unique?

Problème autrement difficile, inabordable peut-être dans l'état actuel de la science, et dont la solution nous dévoilerait la cause intime de la prolifération des éléments, de la génération elle-même.

Je résumerai brièvement dans les propositions suivantes les données principales des recherches que je viens d'exposer:

1° Le premier signe d'évolution commençante qui se révèle dans l'œuf mûr de l'*Helix aspersa,* venant d'arriver dans le diverticule, où il est fécondé, est un trouble particulier de la tache germinative, et l'apparition dans cet organe de deux petits nucléoles.

2° La tache devient ensuite diffluente, difficile à apercevoir, et la vésicule germinative tend à se dissoudre.

3° Dans le protoplasme de la vésicule disparue ou près de disparaître, se montre alors une double étoile, résultant de la mise en liberté des deux nucléoles de la tache désagrégée. Ainsi s'établit le premier système de radiations.

4° Pendant que ces phénomènes se produisent, on voit surgir de la surface du vitellus des expansions protoplasmiques dont le rôle est difficile à apprécier. Au bout d'un certain temps, ces expansions rentrent dans le vitellus.

5° Les radiations s'étendent, et atteignent promptement les limites de l'espace clair laissé par la vésicule disparue, et empiètent plus ou moins dans la masse vitelline elle-même.

6° Aux centres des radiations existent toujours de petits noyaux, les nucléoles accrus de la tache germinative.

7° Quand ces noyaux ont acquis un certain volume et une paroi vésiculaire, leur énergie vitale diminue, ainsi que l'attraction qu'ils exercent sur le protoplasme ambiant.

8° La substance radiée perd alors de sa consistance, devient plus fluide, et est expulsée en deux gouttelettes successives par la pression du vitellus qui l'entoure. Ainsi se forment les deux globules polaires.

9° Ni les étoiles, ni le fuseau, en tant qu'éléments distincts,

ne prennent une part directe à la formation des globules polaires.

10° Ces corpuscules, en se formant, soulèvent à la surface du vitellus une fine membrane, la membrane vitelline, et démontrent son existence.

11° Après la formation des globules polaires, le double système des radiations n'existe plus ; les deux noyaux, précédemment situés à leurs centres, gisent dans le vitellus, dépourvus d'auréole. Leur volume a augmenté.

12° Ces noyaux ayant la même origine, et dérivant par une filiation directe de la tache germinative, l'un d'eux ne peut être regardé comme un noyau spermatique.

13° Les deux noyaux continuent à grossir, et leurs nucléoles se subdivisent par fractionnement irrégulier, jusqu'à être réduits à une multitude de fines granulations.

14° La conjugaison des deux noyaux est loin d'être démontrée.

15° Il est plus probable que l'un d'eux se détruit totalement, et que l'autre persiste, à l'état de noyau vitellin, pour donner naissance à deux nucléoles qui deviendront les centres d'un nouveau système de radiations, embrassant toute l'étendue de la masse vitelline, et déterminant par suite le fractionnement.

De cette formule générale des premiers phénomènes évolutifs de l'œuf, résulte une donnée importante, souvent affirmée, jamais positivement établie : la descendance directe du noyau de segmentation de la tache germinative. Ce noyau n'est donc point un élément de nouvelle génération, sans relation immédiate avec le noyau primitif de l'ovule. Cette continuité, satisfaisante pour l'esprit, généralement niée jusqu'aux derniers travaux embryogéniques, avait été jadis attribuée quelquefois à la persistance de la vésicule germinative ou de la tache, qui seraient devenues l'une ou l'autre le noyau vitellin. Hertwig, en reconnaissant les rapports de l'appareil radiaire avec la tache chez l'Astérie, a beaucoup contribué à établir cette notion sur

des données certaines, mais forcément incomplètes, l'existence, à tous les temps, de noyaux aux centres des radiations lui ayant entièrement échappé.

S'il est parfaitement vrai que la vésicule germinative disparaisse, ainsi qu'on l'a dit tant de fois, il n'en est point de même pour la tache, puisqu'elle transmet son individualité aux deux nucléoles issus d'elle. Et chez les espèces où la vésicule ne se montre déjà plus dans l'œuf mûr, avant la fécondation, l'analogie nous oblige à croire que la tache, ou tout au moins les deux organites qui en procèdent, existent, bien qu'on ne les voie point, attendant, dans l'état d'inactivité, que l'imprégnation ait eu lieu. La disparition de la vésicule germinative n'est donc pas, comme on l'a tant de fois affirmé, une destruction pure et simple d'un organisme devenu inutile, puisqu'elle ne disparaît qu'en donnant naissance à deux nouvelles cellules. C'est donc, à vrai dire, un phénomène de prolifération et non de mort véritable. La vésicule germinative disparaît, comme disparaît tout élément qui en engendre deux autres.

Quand le noyau primitif de l'ovule a disparu, l'œuf n'est donc pas pour cela dépourvu de tout élément nucléaire. Il ne passe jamais à l'état de *cytode*, et les théories phylogénétiques prématurées de Haeckel seront à modifier dans ce sens.

Arrivé au terme de ce travail, je ne puis me dissimuler qu'aux yeux de bien des naturalistes, il pourra être jugé n'être qu'un pas en arrière dans la voie du progrès scientifique, tant les théories récentes de la fécondation ont paru séduisantes. Je désire que ceux qui pourront se trouver en mesure d'en contrôler les résultats, ne le condamnent point seulement sur la constatation de quelques erreurs de détail, inévitables dans des recherches aussi délicates. Je dois déclarer que je ne le considérerai comme jugé sans appel que lorsque j'aurai été convaincu d'erreur sur les points que je regarde comme essentiels dans la théorie que je propose :

L'existence constante de deux noyaux aux centres des radiations, longtemps avant la sortie des globules polaires ;

L'identité de ces noyaux avec ceux que tous les observateurs ont vus dans l'œuf après ce phénomène;

L'origine commune de ces noyaux, d'où découle l'absence de sexualité dans ces éléments, l'impossibilité de les distinguer en noyau femelle et noyau spermatique.

Il serait utile aussi de pouvoir soumettre mes interprétations à un criterium qui me paraît infaillible. Il y aurait à voir si, chez les animaux à reproduction parthénogénétique, les choses se passent comme je l'ai vu chez l'Hélice. Il suffira de constater en pareil cas si, oui ou non, soit avant, soit après la formation des globules polaires, il existe dans l'œuf deux noyaux. Il serait piquant de rencontrer là aussi ce qu'on dit être le noyau spermatique.

Mon intention est de me livrer, dès que je le pourrai, à cette dernière vérification. Mais je ne serais point fâché de me voir devancer par quelque autre chercheur moins intéressé dans la question.

EXPLICATION DES PLANCHES XXVII ET XXVIII.

Fig. 1. — Très jeune ovule de l'*Helix aspersa*, dans lequel les granulations du vitellus commencent à se former, et où l'on voit très bien la membrane vitelline.

Fig. 2. — Deux œufs mûrs tombés de l'ovaire et arrivés dans le diverticule. L'un, *a*, possède encore la vésicule germinative; l'autre, *b*, est en état de contraction et a perdu sa vésicule, ce qu'indique la diminution d'étendue de l'espace clair.

Fig. 3. — Œuf fécondé, au moment où il quitte le diverticule pour passer dans l'oviducte. Il est revêtu d'une enveloppe paraissant formée de plusieurs couches très minces, qui deviendra la membrane de l'albumen, après absorption endosmotique du produit de la glande de l'albumine *a*, portion très grossie du contour de cette membrane, pour en montrer la structure.

Fig. 4. — Œuf du diverticule représenté à la même échelle que l'ovule très jeune de la fig. 1. Il présente à sa surface de nombreuses exsudations protoplasmiques soulevant la membrane vitelline. Cet état se maintient dans l'œuf descendu dans l'oviducte et entouré d'albumen.

Fig. 5. — Œuf de l'oviducte dépouillé de l'albumen et de la membrane de l'albumen, montrant les expansions protoplasmiques rétractées et rentrant dans le vitellus.

Fig. 6. — Deux vésicules germinatives d'œufs mûrs venant d'arriver dans le diverticule. La tache est homogène et uniformément réfringente. La tache germinative de l'un d'eux montre un petit nucléole.

Fig. 7. — Tache germinative d'un œuf ayant séjourné quelque temps dans le diverticule. Elle est devenue trouble, et on y aperçoit deux petits nucléoles.

Fig. 8. — Espace clair d'un œuf fécondé, dont la vésicule et la tache germinatives viennent de se dissoudre. On aperçoit vaguement, au milieu de restes peu distincts de la tache, un double soleil très pâle.

Fig. 9. — Phases successives de la formation du premier globule polaire. On voit de *a* à *f* les séries linéaires formées par les granulations vitellines provenant de la périphérie du corps radiaire, disposition qui s'est complètement effacée dans le globule *g*, formé depuis quelque temps déjà. *f* et *g* contiennent des fragments de la tache germinative.

Fig. 10. — Destinée à montrer la fine membrane vitelline soulevée par les deux globules polaires. Elle forme une voûte surbaissée sur le plan inférieur, et, au-dessus de cette voûte, comme un dôme rétréci à sa base, pour envelopper l'autre globule. A droite et à gauche se voient des corpuscules sphériques tout à fait transparents, et contenant une ou quelques granulations vitellines, qui sont très fréquemment entraînés hors du vitellus par les globules polaires au moment de leur sortie.

Fig. 11. — Globules polaires d'un œuf segmenté en 8. Leurs relations ont été changées par la manipulation, et l'on voit très bien la membrane soulevée passer de l'un à l'autre.

Fig. 12. — Globules polaires s'étant exceptionnellement scindés en deux chacun.

Fig. 13. — Forme de l'espace clair dans un œuf diverticulaire vivant, ayant perdu depuis quelque temps sa vésicule germinative. Le corps radiaire est formé, et les granulations vitellines en montrent l'impression à la surface interne de la membrane vitelline.

Fig. 14. — Le même, vu de côté.

Fig. 15. — Corps radiaire expulsé par pression au dehors du vitellus, dans uu œuf de l'oviducte n'ayant pas encore émis le premier globule polaire. On aperçoit au centre de chaque sphère un petit nucléole.

Fig. 16. — Système radiaire vu sans réactif dans un œuf du diverticule. A l'une des extrémités du fuseau, se voit un très jeune noyau qui est représenté beaucoup plus grossi en *a*. (Objectif à immersion, n° 7 de Nachet).

Fig. 17. — Système radiaire manifesté par l'acide acétique. On voit très bien les épaississements équatoriaux du corps fusiforme, mais on ne distingue aucun corps nucléaire aux centres des deux soleils. (L'ob-

jet est vu avec l'objectif à immersion nº 7, mais représenté à une échelle un peu plus grande que celui de la figure précédente).

Fig. 18. — Ce qui reste du corps radiaire de la figure 15, quand on a dégagé par de légers coups sur la lamelle la majeure partie de la substance qui cache les noyaux. On voit alors apparaître deux cellules très pâles entourées de près par une substance très claire, finement grenue, le protoplasme des radiations détruites, et dont la plus grande partie a été éliminée par la pression.

Fig. 19. — Un œuf dont les deux globules polaires sont formés, traité par le picrocarminate et comprimé. La pression a déplacé les globules polaires. On voit au-dessus d'eux dans le vitellus deux noyaux assez volumineux fortement carminés par le réactif, et autour d'eux une zone très pâle, très légèrement rosée, et que sa couleur seule permet de distinguer au milieu des granulations vitellines. Ce sont les cellules des centres du système radiaire, que l'on a vues plus jeunes dans les figures précédentes.

Fig. 20. — Ces cellules rendues libres par écrasement. Dans cette figure, comme dans la précédente, leur rapprochement est un effet de la compression.

Fig. 21. — Modifications successives des cellules issues du corps radiaire (Eikern et Spermakern des auteurs). En *a*, les noyaux sont segmentés en deux. Les autres figures montrent les progrès de cette segmentation, qui est tout à fait irrégulière, et résout le noyau en petites granulations de volume inégal.

Fig. 22. — Deuxième système radiaire dans un œuf près de se segmenter (soleils et fuseau de segmentation). L'objet est vu sans réactifs. Le fuseau, moins marqué que si l'on eût fait agir un réactif, est formé de protoplasme transparent.

NOUVELLES OBSERVATIONS HISTOLOGIQUES

SUR

L'ÉTAT DES CELLULES DU REIN

DANS L'ALBUMINURIE

DUE A LA NEPHRITE PARENCHYMATEUSE ET LA NEPHRITE INTERSTITIELLE

Par V. CORNIL

Médecin de l'hôpital Saint-Antoine

(PLANCHES XXIX A XXXIII.)

Il est peu de questions d'histologie normale ou pathologique qui ne soient sujettes à révision, lorsque de nouveaux réactifs ou de nouvelles méthodes permettent de perfectionner ou simplement de varier le mode de préparation des tissus. Nous ne manquons assurément pas de traités et de mémoires récents et très soignés où l'anatomie pathologique de l'albuminurie est parfaitement exposée. Il nous suffira, pour en donner la preuve, de citer le traité de pathologie de M. Jaccoud, la traduction du traité de S. Rosenstein (1), le traité des maladies du rein de M. Lécorché (2), un mémoire de M. Lancereaux (3), la revue de M. Keltsch (4), les leçons de M. le professeur Charcot (5) et notre manuel d'histologie pathologique (6), le livre de Bartels dans la collection de Ziemmsen, etc. Cependant, les faits que nous avons étudiés depuis le mois de mars de

(1) Sigmund Rosenstein. — Traduction française par MM. Bottentuit et Labadie-Lagrave, A. Delahaye, 181.

(2) Lecorché. — *Traité des maladies du rein*. 1875.

(3) Lancereaux. — Article REIN du dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.

(4) Keltsch. — Revue critique sur la maladie de Bright (*Archives de physiologie*, 1874).

(5) Leçons professées en 1874 à l'Ecole de médecine, in *Progrès médical*, 1874.

(6) *Manuel d'histologie pathologique*, de Cornil et Ranvier, 3e partie, 1876. G. Baillière, éditeur.

cette année (1), en employant l'acide osmique concurremment avec les autres méthodes déjà connues, nous ont permis de voir des modifications de nutrition des cellules et des exsudations sorties des cellules qui jusqu'ici avaient échappé aux observateurs. Le but de ce travail est précisément de faire connaître ces faits nouveaux en entrant dans tous les détails et en les démontrant avec le langage propre de l'histologie, c'est-à-dire avec des dessins.

Nous étudierons successivement l'histologie normale des reins, puis les diverses formes de la maladie de Bright (la néphrite parenchymateuse, aiguë et chronique, la dégénérescence amyloïde), les lésions d'albuminurie observées dans des cas qui auraient pu guérir (albuminurie passagère, néphrite albumineuse passagère), et enfin les néphrites interstitielles.

§ 1er. — Structure des cellules du rein à l'état normal.

J'ai examiné plusieurs espèces animales, le cochon d'Inde, le lapin, la chèvre, la couleuvre, et j'ai constaté que les cellules rénales étaient dans toutes ces espèces constituées de la même façon. Elles présentent à considérer deux substances, l'une qui constitue la périphérie, l'autre qui forme la partie centrale de la cellule.

Reins de cobayes. — Sur les préparations obtenues sur des reins de cobaye durcis par l'action de l'acide osmique et colorées ensuite au carmin, on reconnaît tout d'abord que les cellules des tubes contournés sont implantées obliquement sur la paroi hyaline du tube. Cette disposition est très facile à observer sur les parties des tubes qui sont sectionnées suivant la longueur. Si l'on étudie un de ces tubes vu suivant sa longueur avec un grossissement de 400 diamètres (voyez fig. 4 de la pl. XXXI), on voit une série de cellules implantées obliquement sur la membrane hyaline *s*. — Chacune des cellules qui sont

(1) La plupart des faits de nephrite albumineuse que j'ai étudiés ont été exposés dans les leçons que j'ai faites à l'hopital Saint-Antoine pendant les mois de mars, avril et mai 1879, et j'ai communiqué sur ce sujet une note sommaire à l'Académie des sciences (séance du 14 avril 1879).

allongées se compose de deux parties : 1° Une substance homogène qui paraît dense, qui est coagulée et colorée en brun par l'acide osmique et qui forme l'enveloppe de la cellule (*a. a*, fig. 4, pl. XXXI). Cette substance périphérique de la cellule est unie intimement avec la même substance des cellules voisines. 2° Le centre de la cellule qui en constitue la plus grande partie est clair ; on dirait presque une cavité. Cette masse centrale de la cellule est formée par une substance très finement granuleuse. C'est dans cette substance et dans une partie assez voisine de l'implantation de la cellule qu'on observe le noyau, *n*.

Cette disposition, qu'il est si facile de constater sur les bords des tubes étudiés en long, se complique un peu lorsqu'on examine la partie centrale des tubes, parce qu'on a affaire, dans cette partie centrale du tube, à des sections plus ou moins obliques et incomplètes des cellules coupées à leur extrémité interne.

Ainsi, lorsqu'on examine des coupes transversales de ces tubes contournés du cobaye, on est en face d'une disposition moins régulière. L'implantation des cellules sur la membrane hyaline étant oblique, il en résulte que, lorsqu'on pratique une section transversale du tube (voy. fig. 1 de la pl. XXXIII), on ne voit plus les cellules suivant leur longueur, mais bien suivant des sections obliques plus ou moins régulières. Une première série de ces sections de cellules est contiguë à la membrane propre du tube et elles présentent une substance mince et colorée en noir *m* qui circonscrit la substance granuleuse *e* contenant les noyaux *f*. A l'intérieur de cette première zone circonférentielle on trouve une ou plusieurs zones de petits cercles bordés par la substance solide des cellules. Ces petits cercles représentent des sections obliques de l'extrémité interne des cellules.

A côté de ces gros tubes, la substance corticale du rein du cobaye en présente de plus petits qui sont des tubes droits contenant eux-mêmes des cellules plus petites. J'ai représenté des segments de deux de ces tubes en *b*, *b*, dans la figure 1 de la pl. XXXIII. Les cellules épithéliales de ces tubes sont assez ré-

gulières ; elles montrent aussi deux substances : l'une qui forme la périphérie de la cellule, et qui est plus homogène et plus colorée, *h*; l'autre, centrale, granuleuse, avec des granulations graisseuses bien nettes, *l*. Le noyau *p* est contenu au milieu de la substance granuleuse.

Rein de la couleuvre. — Les reins de la couleuvre présentent des tubes urinifères très analogues à celui des cobayes. Dans les canaux contournés, les cellules épithéliales sont implantées obliquement : elles présentent, comme chez le cobaye, deux substances bien distinctes après l'emploi de l'acide osmique, l'une périphérique, l'autre centrale, cette dernière contenant le noyau. Les tubes droits, plus petits, montraient des cellules absolument granulo-graisseuses chez l'individu que j'ai examiné.

Rein du lapin. — Le rein du lapin est un de ceux où la disposition des deux substances des cellules est la plus évidente. Sur les reins traités par l'acide osmique, on voit, sur les coupes minces des tubes contournés, des cellules assez volumineuses qui présentent à leur périphérie une zone dense et plus colorée. Au point d'implantation de la cellule sur la membrane hyaline, cette couche dense est épaisse et elle montre des granulations serrées les uns près des autres, granulations disposées en forme de petits bâtonnets (cellules en bâtonnets de Heidenhain). Le centre de la cellule est formé d'une substance plus molle, granuleuse, et c'est là que se trouve le noyau.

Les cellules des tubes droits sont plus petites, mais elles offrent un structure analogue, sauf qu'on n'y voit pas la disposition des granulations pouvant faire croire à des bâtonnets. De plus, ces cellules sont toujours pourvues de granulations graisseuses.

Les cellules du rein d'une petite chèvre que j'ai examiné avaient à peu près la même structure ; mais elles étaient moins faciles à voir, parce que les cellules et les tubes étaient moins volumineux que chez le lapin et le cochon d'Inde.

Le rein de l'homme est autrement plus difficile à étudier que

celui des animaux, parce qu'on ne peut pas, comme chez ces derniers, prendre un rein tout à fait frais et le faire durcir immédiatement dans l'acide osmique ; de plus, les reins humains qu'on observe dans les autopsies sont rarement tout à fait sains. Ainsi, toutes les fois qu'on a affaire à une maladie du cœur et souvent dans les maladies du poumon avec asphyxie, on observe une congestion intense du rein. Dans cette congestion, on remarque presque constamment, sur la section obtenue après durcissement par l'acide osmique, des globules rouges épanchés dans la capsule des glomérules de Malpighi et dans la lumière des tubes urinifères. Avec cet épanchement de globules, il existe habituellement des lésions des cellules dans un nombre plus ou moins considérable de tubes, des granulations graisseuses ou pigmentaires, des exsudations semblables à celles que nous verrons bientôt dans l'albuminurie. De même, chez les nombreux phtisiques dont on peut avoir le rein à sa disposition, il y a souvent des lésions d'albuminurie brightique, des dégénerescences graisseuses ou amyloïdes et des granulations tuberculeuses. C'est cependant encore dans cette catégorie de malades d'hôpital que nous avons trouvé le plus de reins sains à l'autopsie.

J'ai examiné les reins très frais d'un enfant nouveau-né à terme traités par l'acide osmique. Les cellules des tubes contournés sont relativement très petites et cubiques. On y voit les deux substances que nous avons notées chez les animaux.

Chez l'homme adulte, dans les conditions évidemment défectueuses où nous étions forcement placés, je n'ai jamais vu nettement la distinction de deux substances, l'une périphérique dense, l'autre centrale et granuleuse. Les cellules rénales de l'homme sont généralement homogènes dans les tubuli contorti. Elles forment une couche uniforme qui tapisse la paroi hyaline, et les limites des cellules ne sont même pas faciles à voir ; on dirait qu'une même couche granuleuse sans distinction de cellules montre des noyaux placés à des espaces réguliers.

Les granulations colorées par l'acide osmique qui remplissent

les cellules des tubes contournés, qui les rendent grenues et opaques, sont souvent disposées régulièrement et affectent alors la forme de petits bâtonnets, moins nets que chez le lapin, et qui ne se voient guère que près de la membrane hyaline des tubes, dans la moitié de la cellule qui est la plus rapprochée de cette membrane.

Le bord libre des cellules des tubes contournés m'a souvent montré, du côté de la lumière du tube, une sorte de cuticule analogue au plateau des cellules cylindriques de l'intestin. Cette partie, épaissie, homogène, vitreuse, était composée, lorsqu'on l'examinait à un fort grossissement, de petits bâtonnets parallèles entre eux, perpendiculaires au bord de la cellule. Ils ressemblaient parfois à des cils vibratils. On voit en *t* (pl. XXX, fig. 5) quelques-uns de ces petits bâtonnets, qui restent encore aux cellules malgré la très forte dégénerescence graisseuse qu'elles présentent.

Cette cutïcule ou ce plateau, décomposable en de petits bâtonnets, s'observe très bien dans les reins de malades morts d'affection cardiaque. Dans ces reins, nous avons vu souvent des cellules qui étaient tuméfiées. La partie des cellules qui confinait à la paroi propre des tubes était remplie de petites granulations, et elle paraissait molle, semi-liquide, tandis que le bord interne des cellules montrait la cuticule et les petits bâtonnets précédents.

§ 2. — **Maladie de Bright. — Néphrite parenchymateuse aiguë.**

Nous avons observé pendant leur vie deux malades atteints de maladie de Bright, de néphrite parenchymateuse aiguë et très intense aussi bien caractérisée que possible, et nous avons pu en faire l'autopsie. Ces deux faits étaient, du reste, assez différents l'un de l'autre, soit comme symptômes cliniques, soit comme examen histologique du rein ; aussi devons nous les rapporter successivement. Le premier s'était comporté comme les plus intenses et les plus rapides des néphrites brightiques, le second n'avait pas présenté dans sa marche une acuïté aussi grande.

Voici le premier de ces faits, dont je dois l'observation clinique à mon excellent collègue M. Mesnet, dans le service duquel se trouvait le malade.

Observation I. — *Nephrite parenchymateuse suraiguë. — Urémie convulsive. — Mort.* (Observation recueillie par M. Gauchas, interne du service.) — K..., âgé de 45 ans, violoniste, entre, le 15 mars 1879, salle Saint-Hilaire, n° 13, à l'hôpital Saint-Antoine. Cet homme vient dans le service pour de l'oppression et pour de l'œdème des membres inférieurs.

Depuis plusieurs années il avait l'haleine courte et toussait, surtout l'hiver.

Antécédents alcooliques très nets; le malade a eu des pituites; de son aveu, il se grisait au moins une fois par semaine.

— L'interrogatoire est assez difficile, le malade, peu intelligent et comme absorbé, comprenant mal les questions qu'on lui adresse. — Il raconte que depuis sa jeunesse il était en proie à des idées tristes; il fuyait toute société, se croyant persécuté par quelques-uns de ses parents.

Depuis qu'il s'est éloigné d'eux, ces idées noires se sont dissipées. Cependant son sommeil était mauvais, son appétit presque nul.

Il habitait Lyon, et n'est à Paris que depuis trois ans, dans un logement nullement humide.

Il fait remonter à six semaines le début de la maladie qui l'amène à l'hôpital : ayant joué toute une nuit dans un bal, il était rentré chez lui le matin, les vêtements trempés par la pluie. Il éprouva bientôt quelques frissons et une douleur de reins assez vive; peu de jours après il était pris de dyspnée, et sa toux augmentait. Il traîna ainsi pendant quelque temps.

16 *mars.* — En examinant le malade, ce qui attire surtout l'attention, c'est la pâleur et la bouffissure de la face, sans cependant qu'il y ait d'œdème bien manifeste. — Les membres inférieurs sont un peu infiltrés; le ventre ballonné, sans ascite. — Le malade a la diarrhée; la langue est sale, la bouche amère.

La douleur lombaire n'est pas très accusée; le malade ne s'en plaint pas; mais la pression sur la région rénale la réveille.

L'urine est très chargée et rare (300 grammes en 24 heures); depuis quelques jours le malade avait remarqué ce changement dans la couleur et dans la quantité de son urine; elle ne contient qu'*un nuage d'albumine.*

— La poitrine est très sonore (emphysème); la respiration faible; râles sibilants et ronflants dans les parties supérieures du poumon, râles muqueux vers les bases, où le son est obscur. — Toux assez fréquente, sans expectoration.

Les bruits du cœur sont faibles et sourds; la matité précordiale est à peine appréciable à cause de l'emphysème ; il n'y a pas de souffle.

— Le pouls est régulier (80); la peau un peu sèche; il n'y a pas de fièvre.

— Aucun trouble de la vue; l'examen ophtalmoscopique ne peut être fait à cause de l'indocilité du malade.

Diagnostic: Néphrite épithéliale *a frigore*.

19. — La peau est chaude; le pouls fréquent (130); la température s'est élevée.

L'œdème des membres inférieurs a rapidement augmenté; les bourses et la verge sont infiltrées; il y a un peu d'ascite.

La respiration est plus fréquente; les râles sont plus nombreux.

— L'urine est plus rare; on ne peut en recueillir que quelques grammes; elle est rougeâtre, contient du sang et une *grande quantité d'albumine*.

21. — L'état général s'aggrave. — L'hydropisie augmente. Diarrhée jaunâtre, très abondante. — A partir de ce jour, l'*anurie est complète*.

Les nuits sont sans sommeil; le malade a un délire monotone qui cesse pendant le jour, mais il reste absorbé.

23. — Anasarque considérable. — Respiration pénible, irrégulière, suspirieuse, se rapprochant du rythme de Cheyne Stokes; matité aux deux bases, surtout à gauche; râles fins et humides dans les mêmes points.

Évacuations alvines involontaires; langue lisse et sèche; haleine un peu fétide; peau absolument sèche.

— *Pas de vomissements* (le malade n'en a pas présenté pendant son séjour à l'hôpital); *pas de céphalalgie*.

— Soubresauts de tendons; secousses convulsives des muscles de la face.

— Le délire est plus intense; le malade cherche à se lever la nuit; le jour, il marmotte des paroles incohérentes; il est cependant facile de le faire sortir de cet état; il répond alors aux questions qu'on lui adresse.

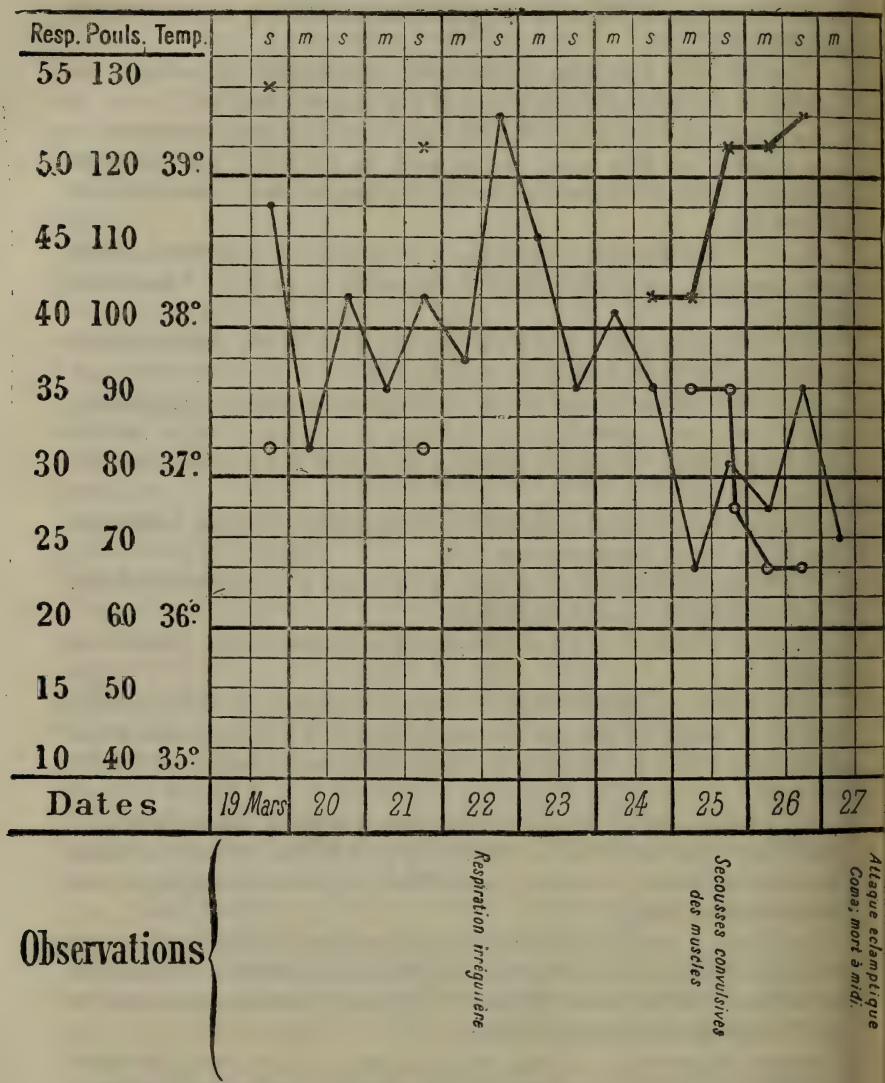
— La sensibilité est partout conservée; aux deux cuisses est survenue une hyperesthésie excessive; la plus légère pression arrache des cris au malade; — cette hyperesthésie ne peut être expliquée par aucune lésion locale.

24-25-26. — Les jours suivants l'état s'aggrave de plus en plus : les traits sont profondément altérés; l'adynamie est extrême; l'agitation musculaire généralisée et excessive : le malade est secoué comme s'il était en proie à un frisson violent.

Mêmes symptômes du côté des poumons. — Les bruits du cœur sont sourds, à peine perceptibles; le pouls est fréquent, très petit. La température s'abaisse.

27. — Le matin avant la visite, le malade a une attaque éclamptique, après laquelle il tombe dans le coma; la respiration est stertoreuse, les pupilles *contractées*, la résolution musculaire absolue. Il meurt à midi sans avoir présenté de nouvelles convulsions.

La température, qui avait été élevée pendant les premiers jours, était tombée au-dessous de la normale aux premiers symptômes d'urémie convulsive. Voici le tracé des courbes de la température, du nombre des pulsations et des inspirations pendant la courte durée de sa maladie.



Le traitement suivi par le malade pendant son séjour à l'hôpital, avait consisté dans le régime lacté et les purgatifs drastiques.

Autopsie (24 heures après la mort). — A l'ouverture du thorax, les poumons s'affaissent à peine ; ils recouvrent le péricarde. Ils sont très emphysémateux. — Aux deux bases, œdème et congestion in-

tenses. — Les bronches sont remplies d'un liquide spumeux, muco-purulent sur quelques points. — Au sommet du poumon gauche, quelques tubercules crétacés.

Les plèvres sont saines, et ne renferment qu'une très petite quantité de sérosité.

— Le péricarde est distendu par environ 200 grammes de sérosité un peu louche; les deux feuillets de la séreuse sont recouverts d'un exsudat fibrineux qui donne au toucher la sensation râpeuse de la langue de chat.

Le cœur est volumineux; il pèse 500 grammes; le ventricule gauche est hypertrophié et dilaté. Les orifices sont suffisants; les valvules entièrement saines. — Le tissu musculaire du cœur est pâle, décoloré; sa consistance semble normale.

L'aorte est souple; elle offre quelques plaques graisseuses à son origine.

— Les reins sont environ doublés de volume; ils pèsent chacun 300 grammes. Leur consistance est normale : ils se laissent facilement décortiquer; leur surface est lisse. A la coupe, on peut voir que les deux substances sont fortement congestionnées, la substance médullaire surtout, qui est d'un rouge très foncé.

— La rate est grosse, un peu dure; les corpuscules de Malpighi sont très apparents.

— Le foie est légèrement scléreux, surtout au niveau de son bord antérieur.

— L'intestin est rempli d'un liquide verdâtre d'une odeur ammoniacale. — La muqueuse de l'intestin grêle est congestionnée, mais elle n'offre ni ramollissement ni ulcérations. — Dans le cœcum et le côlon ascendant, la muqueuse est très ramollie, se laisse déchirer avec la plus grande facilité; elle présente çà et là de petits points rouges qui semblent des hémorragies punctiformes, mais qui sont uniquement produits, ainsi que le montre l'examen microscopique, par des vaisseaux gorgés de sang et dilatés.

— Du côté de l'encéphale, on ne trouve qu'un peu d'augmentation du liquide céphalo-rachidien. Sur la convexité du cerveau, les espaces sous-arachnoïdiens sont un peu louches; la pie-mère s'enlève facilement. La substance nerveuse a sa couleur et sa consistance normales. Le cervelet, le bulbe et la protubérance sont entièrement sains.

L'observation qui précède est, comme on l'a vu, un type complet de maladie de Bright aiguë : nous l'avons rapportée pour qu'il ne puisse y avoir de doute sur les phénomènes cliniques observés. Un homme dont la vie est fort décousue, dont le métier consiste à jouer du violon dans les bals, qui s'est mouillé et a pris froid une nuit en rentrant chez lui, a été atteint de

bronchite, puis d'albuminurie, et il a succombé très rapidement avec de l'anurie, de l'urémie comateuse et une péricardite fibrineuse finale.

Examen des reins. — Les reins étaient gros, la substance corticale était très épaissie et hypertrophiée ; elle présentait une couleur rouge marbrée de parties plus pâles. C'était, à l'œil nu, le passage du premier au second degré de la néphrite albumineuse de Rayer.

L'examen microscopique de ces reins, fait immédiatement après l'autopsie, n'a donné que des résultats négatifs. Il n'y avait pas de dégénerescence graisseuse des cellules des tubuli.

Un fragment de rein a été durci dans l'acide osmique, un autre dans la liqueur de Müller, la gomme et l'alcool.

L'examen des coupes minces, obtenues après durcissement par l'acide osmique, nous a, au contraire, donné des résultats très nets. Les figures 1, 2, 3 et 4 de la planche XXIX et les figures 1, 2 et 3 de la planche XXX se rapportent à cette observation.

Si l'on examine, avec un grossissement de 180 diamètres, une préparation de la substance corticale montée dans l'eau ou dans la glycérine, on a une vue d'ensemble qui permet déjà de reconnaître une série de lésions.

Ainsi, dans la figure 1, pl. XXIX, qui est dessinée au grossissement de 180 diamètres, on est frappé de suite du degré d'élargissement considérable que la lumière des tubes sinueux a subi. Ces tubes étaient en grande partie remplis par des parties solides qui ne sont pas restées en place, la section étant très mince. Ces éléments, que la minceur de la coupe a empêchés de rester en place, étaient des corpuscules rouges du sang, comme il en reste encore un grand nombre en *a*, *a*, et des boules transparentes ou un peu opaques très exactement sphériques, telles que celles dessinées en *b*, *b*. Lorsque la préparation est un peu plus épaisse, ces boules remplissent complètement les tubes, comme cela se voit en *b*'.

Les cellules épithéliales des tubuli contorti forment partout un revêtement complet à la membrane hyaline de ces tubes : elles sont partout en place, et on n'en trouve que très rarement qui soient tombées dans la lumière d'un tube.

Ces cellules ont subi une bien singulière lésion. La plupart d'entre elles, *c, d* (fig. 1), font isolement saillie dans l'intérieur du tube. Elles présentent des ventres en relief, creux, clairs, vides, ou contenant une substance légèrement teintée et grenue. La membrane cellulaire, soulevée du côté de la lumière du tube par cette distension de la cellule, est très mince. Cette paroi mince manque elle-même bien souvent, et ces cavités *e, e* (fig. 1), creusées dans les cellules s'ouvrent directement dans la lumière du tube.

La figure 1, qui représente une portion assez étendue d'une coupe, permet de voir aussi un tube droit de la substance corticale *m'* contenant une coagulation *p* noircie par l'acide osmique, et qui n'est autre chose qu'un cylindre hyalin.

Les détails de ces lésions des cellules épithéliales, qu'on ne peut voir que très incomplètement dans la figure 1, sont rendus avec un plus fort grossissement (de 350 à 400 diamètres) dans les figures 2, 3 et 4 de la planche XXIX.

Dans la figure 2, le revêtement épithélial est constitué de telle sorte qu'on voit successivement se présenter un noyau de cellule *n* dans un protoplasma granuleux, puis une dilatation cavitaire *b*, puis un noyau dans le protoplasma grenu, puis un renflement cavitaire *b*, et ainsi de suite. La limite des cellules ne se laisse pas reconnaître, elles forment là une couche homogène de protoplasma grenu avec de petites dilatations kystiques alternant avec les noyaux. Mais il est facile de voir sur cette préparation que les noyaux ne sont nullement en cause dans la formation de ces petites cavités.

Les deux cellules que nous avons isolées et dessinées dans la figure 4, montrent bien l'indépendance des cavités et des noyaux. Ces cellules ressemblent aux cellules de carcinome appelées physalides par Virchow. On y voit très nettement le noyau *n* entouré d'une assez grande masse de protoplasma *p*.

Là se trouve creusée une cavité cloisonnée *c* dans l'une de ces cellules et deux cavités inégales dans l'autre *c* et *c'*. Dans une de ces dernières cavités, on observe une masse granuleuse *b*, qui la remplit.

La plupart des cavités creusées dans le protoplasma des cellules rénales sont en effet remplies par une masse grenue qui s'en échappe à un moment donné et qui, tombant dans la lumière du tube, constitue les petites boules plus ou moins claires ou teintées qu'on y observe.

Ces petits blocs sphéroïdes, généralement très réguliers, de substance protéique granuleuse, sont représentés en *c*, *c'* dans la figure 2 ; il en existe aussi souvent dont le centre ne contient pas de granulations et paraît clair. (Voy. *d*, même figure.)

Le revêtement épithélial du tube, représenté dans la figure 3, pl. XXIX, montre bien nettement la réalité de ces boules granuleuses de matière protéique contenues dans les cellules et la facilité de leur déhiscence dans la lumière des tubes. On voit là, en effet, un certain nombre de cellules dont la cavité est ouverte soit par le rasoir, qui n'a laissé qu'une portion d'une cellule, soit naturellement. On distingue alors très bien le contenu granuleux *b*, qui s'isole de la paroi de la dilatation cellulaire dans laquelle il est contenu. On voit combien sont minces les parois cellulaires qui limitent les cavités des cellules du coté de la lumière des tubes et combien par suite leur rupture est facile.

La figure 1 de la planche XXX montre ces mêmes détails. Nous avons dans cette figure une section complète d'un tube urinifère ; sa membrane hyaline *s* est tapissée par un revêtement de cellules dont quelques-unes possèdent une cavité remplie de substance granuleuse, *m*, tandis que d'autres cavités, *d*, sont vides : parmi celles-ci, les unes montrent du côté de la lumière du tube la section extrêmement mince de la paroi cellulaire conservée au point où la coupe a été faite ; les autres sont largement ouvertes dans la partie sectionnée. Au centre de ce tube, on voit quelques globules rouges du sang *g* et un dessin très exactement fait des boules de substance protéique qui y sont en liberté.

Nous venons d'analyser purement et simplement les lésions des cellules des tubes contournés dans ce fait d'albuminurie. Nous devons nous demander maintenant quelle est leur signification et quelles sont leurs conséquences.

Il n'est pas douteux, d'après ce qui précède, que les boules plus ou moins claires contenues dans la lumière des tubes ne proviennent de l'intérieur des cellules épithéliales et ne soient élaborées au milieu de leur protoplasma. Une congestion très intense, une réplétion anormale des vaisseaux sanguins favorise l'absorption par les cellules d'une plus grande quantité de liquides nutritifs qu'à l'état normal. Une vacuole se développe dans le protoplasma des cellules, et cette petite cavité renferme une masse liquide avec des granulations. Cette cavité fait saillie du côté de la lumière du tube : à sa partie saillante, la pellicule appartenant au protoplasma de la cellule se rompt, et la gouttelette qu'elle contenait va dans la lumière du tube. Ces gouttelettes sont constituées par une substance protéique, et leurs granulations sont aussi de nature albumineuse et non de nature graisseuse. Elles sont coagulées par l'acide osmique et parfaitement visibles sous l'influence de ce réactif.

Les cellules rénales dans l'albuminurie sécrètent donc dans leur protoplasma des boules de substance albumineuse, à peu près de la même manière que les cellules muqueuses ou cellules caliciformes de la muqueuse intestinale et des glandes sécrètent le mucus.

Ces lésions des cellules et les produits de leur sécrétion étaient visibles aussi sur les pièces durcies par le liquide de Muller, la gomme et l'alcool. Mais, pour bien les apprécier, il était nécessaire d'avoir d'abord étudié les préparations à l'acide osmique. On n'aurait certes pas pu déterminer complètement ces altérations seulement sur les préparations obtenues par le liquide de Muller. Là, en effet, malgré la coloration au carmin, les cavités creusées dans les cellules n'étaient pas aussi manifestes, parce que le protoplasma des cellules était loin d'être aussi bien fixé, aussi bien durci que par l'osmium.

Nous avons déjà dit que dans l'immense majorité des tubes

il y avait des globules rouges épanchés. C'est là un fait qu'on observe dans presque tous les cas d'albuminurie. Ces globules venaient presque tous sinon tous des glomérules de Malpighi. Dans la capsule des glomérules, on trouvait, en effet, presque constamment des globules rouges épanchés. Les cellules qui tapissent la face interne de la capsule des glomérules n'étaient que très rarement altérées comme celles des tubes sinueux.

Que deviennent ces éléments épanchés dans l'intérieur des tubes sinueux, c'est-à-dire les globules rouges du sang, les boules plus ou moins solides et granuleuses qui les remplissent?

Ces éléments progressent évidemment des tubes sinueux dans les tubes droits, dans les tubes en anse et finalement dans les tubes collecteurs, au fur et à mesure qu'ils sont entraînés par l'urine et chassés par les mêmes éléments qui se forment de nouveau dans les tubes contournés.

Nous pouvons dire que les gouttelettes albumineuses ne prennent pas naissance ailleurs que dans les tubes contournés, car nous n'avons pas vu des cellules épithéliales cavitaires dans le parcours des autres tubes du rein.

A mesure qu'ils s'éloignent du lieu où ils se sont épanchés, les globules rouges, les boules de substance protéique se fondent en une masse homogène, liquide d'abord, puis plus dense et colloïde, qui se coagule. Il en résulte enfin des coagulations de substance albumineuse qu'on appelle cylindres hyalins.

Les figures 2 et 3 de la planche XXX permettent de comprendre les phases de cet intéressant phénomène.

La figure 2 représente une section d'un tube droit de la substance corticale du rein de l'observation I. Les cellules *p*, *p'* sont normales : elles n'ont pas de ces cavités creusées dans le protoplasma comme on en trouve dans tous les tubes contournés. La lumière du tube est distendue par une quantité de petites boules, *b*, et par une substance granuleuse plus ou moins teintée par l'acide osmique. La partie centrale du tube contient une masse considérable de cette substance, *m*, qui résulte de la fonte et de la réunion des substances protéiques

contenues dans les globules rouges et dans les boules précédentes.

Souvent, lorsque plusieurs globes ou boules albumineuses sont voisines les unes des autres dans la lumière d'un tube, la substance homogène et les granulations qui sont primitivement contenues dans leur intérieur fusent dans le liquide voisin et s'y dissolvent (comme cela se voit, par exemple, dans la figure 3 de la planche XXXI). Lorsque ce liquide se coagulera, soit spontanément, ce qui est le cas pour les cylindres hyalins, soit par l'action de l'acide osmique, il présentera à sa périphérie l'empreinte et la forme des boules devenues claires qui se trouvaient primitivement en rapport avec lui.

C'est, en effet, ce qui a constamment lieu pour les cylindres hyalins. Dans la figure 2, la masse *m* qui existe au centre de la lumière et qui est foncée par l'acide osmique, est entourée de petits globes de substance protéique et d'un liquide granuleux interposé entre ces boules. C'est déjà la substance d'un cylindre hyalin, et si nous avions devant les yeux la section longitudinale de ce tube au lieu de sa section transversale, nous aurions une figure analogue à celle qui est représentée dans la figure 3.

La figure 3 se rapporte toujours à l'observation I. Elle représente un tube droit de la substance corticale dont la membrane hyaline *s* est tapissée par des cellules épithéliales normales *p*. L'intérieur du tube est occupé par un cylindre hyalin en voie de formation dont la substance est complètement coagulée. Cette substance amorphe, *m*, colorée par l'acide osmique, présente à sa surface une série d'espaces clairs exactement ronds, *b*, *b*, *b*, qui sont les empreintes persistantes des boules protéiques dont la substance s'est dissoute et s'est fondue dans la masse du cylindre. On voit en *c* une petite cellule ronde contenant quelques granulations graisseuses et qui s'est fixée à la surface du cylindre. Ces coagulations sont hyalines et vitreuses lorsqu'elles sont examinées sans l'addition d'aucun réactif. Elles se colorent par le carmin et ne sont pas attaquées par l'acide acétique.

Il paraît certain que ces cylindres se condensent à mesure que la substance qui doit les constituer passe des tubes contournés dans les tubes droits. L'expérience faite par Virchow de la transformation de la mucine en matière colloïde sous l'influence du sel marin, est bien de nature à faire comprendre la condensation qui s'opère dans ces cylindres à mesure que leur substance sécretée dans les tubes contournés passe dans les tubes droits. L'acide osmique noircit uniformément leur substance d'autant plus qu'elle est plus dense et plus colloïde.

Nous verrons, à mesure que nous analyserons d'autres observations, que les cylindres hyalins offrent toujours les mêmes caractères et le même mode de formation dans tous les cas d'albuminurie, dans la néphrite interstitielle comme dans la néphrite parenchymateuse.

Dans cette première observation d'albuminurie, l'encombrement presque absolu de tous les tubes urinifères de la substance corticale par les sécrétions formées dans les cellules et par l'accumulation des produits de cette sécrétion dans leur lumière, avait déterminé l'anurie. Le malade était resté plusieurs jours sans uriner, et assurément les phénomènes d'urémie reconnaissaient la même cause, puisque les tubes étaient dilatés par la quantité considérable des boules albumineuses qui les obstruaient.

J'ai examiné depuis la fin du mois de mars dix cas d'albuminurie aiguë ou chronique plus ou moins intense; je n'ai trouvé cette oblitération aussi complète des canaux par des boules protéiques et l'état cavitaire des cellules aussi net, bien que moins généralisé, que dans un seul cas. Il s'agissait d'une observation de kystes du rein très développés, énormes et très nombreux, coïncidant avec de la néphrite interstitielle et de l'albuminurie. Le malade, qui avait séjourné dans le service de mon excellent collègue M. Beaumetz, était mort d'urémie comateuse. Il n'est pas douteux qu'une obstruction de tous les tubes par des produits analogues et que l'anurie qui en résulte ne constituent le danger le plus imminent dans la maladie de Bright.

Comme les observations de maladie de Bright sont loin d'être toujours comparables les unes avec les autres, même lorsqu'il s'agit de maladies venues sous l'influence de causes analogues et ayant duré à peu près le même temps, je donne aussi l'observation suivante, dans laquelle nous avons toujours eu affaire à une quantité considérable d'albumine.

Les symptômes ne ressemblent pas à ceux de l'observation I et les lésions histologiques s'en éloignent aussi très notablement.

Observation II. — *Maladie de Bright aiguë* (*Néphrite parenchymateuse*). — H... (Victor), âgé de 53 ans, charpentier, entre, le 4 février 1879, au n° 31 de la salle Saint-Augustin (service de M. Cornil). — Observation recueillie par M. Bar. — Cet homme, qui n'a jamais été malade et qui est un très robuste ouvrier, buvait une assez grande quantité de vin chaque jour. Il souffre depuis environ un mois. Il toussait depuis ce temps, parce qu'il s'était refroidi après avoir travaillé à décharger des pierres. Au début de cette bronchite, il avait éprouvé une douleur dans le côté gauche de la poitrine, mais sans frisson ni fièvre vive. Depuis quinze jours, il s'est aperçu d'une enflure aux pieds et au scrotum.

État actuel. — Œdème considérable, conservant l'empreinte du doigt, aux membres inférieurs et au scrotum. La face est un peu bouffie. — Ventre tuméfié, tympanisme assez intense de l'abdomen ; matité ascitique notable aux parties déclives. Le foie n'est pas notablement augmenté de volume.

A la pointe du cœur, on entend le premier bruit, qui est très intense, sans souffle ; mais il existe un bruit de galop, et le second bruit perçu à la base du cœur est nettement dédoublé.

La percussion de la poitrine, à sa base et en arrière, dénote une matité qui nous paraît due pour une partie à l'épaisseur de la peau œdématiée à ce niveau. A l'auscultation, on entend des râles fins à droite ; à gauche, le murmure vésiculaire est absent, et on entend de l'œgophonie à la base.

Les urines, peu abondantes, contiennent une *grande quantité d'albumine.*

On ordonne le régime lacté.

11 *février.* — Comme le malade vomit son lait, dont il est tout à fait dégoûté, on prescrit de la viande crue et des bains de vapeur.

17. — L'œdème des membres inférieurs est toujours très intense. On prescrit au malade 20 centigrammes d'aniline.

A partir du 24, on analyse la quantité de l'albumine et de l'urée.

Dates.	Quantité de l'urine excrétée.	Albumine.	Urée.
24 février.	900 gr.	24	3,31
25 —	700 »	22,5	4
26 —	1200 »	22	4,75
28 —	1600 »	22,25	5,20
1 mars.	1600 »	22	5
2 —	1200 »	—	6
3 —		18	6,10
4 —		18	6,55
5 —		17,50	7
6 —		17	7,75
7 —		16	8,95

Sous l'influence de la fuchsine, la quantité des urines a augmenté et l'urée a augmenté très sensiblement, tandis que la quantité de l'albumine diminuait un peu.

A partir du 3 mars, le malade a montré au niveau de la jambe gauche une rougeur erythémateuse, qui a débuté au niveau d'un point où on l'avait piqué pour faire évacuer la sérosité. Cet erythème ou erysipèle lymphatique, s'est étendu à tout le membre inférieur droit et s'est terminé par une petite escarre. Celle-ci a donné pendant plusieurs jours une quantité considérable de serosité qui baignait les linges dont on entourait la jambe.

Le malade était couché sur un matelas d'eau. Sous l'influence de cet écoulement de liquide, l'œdème des deux membres inférieurs et du scrotum avait disparu complètement, et le malade se trouvait très notablement mieux.

On avait supprimé la fuchsine.

Pendant cette période, qui dura une douzaine de jours, les urines analysées ont donné par litre la quantité suivante d'albumine et d'urée :

Dates.	Albumine.	Urée.
10 mars	18	6
11 —	18	6,55
12 —	17,50	8,95
13 —	17	10,95
14 —	15	12,50
16 —	16	12,50
17 —	15	12
18 —	15	12,25
19 —	15,50	13
20 —	14,50	12
21 —	14	12,50
22 —	14	12
24 —	15,75	10
25 —	18	9,50

Pendant la période suivante, la plaie de la jambe étant tout à fait cicatrisée, l'œdème des deux membres inférieurs et du scrotum avait reparu, œdème dur, la peau étant extrêmement tendue par la sérosité.

Le 26, on prescrivit de nouveau 20 centigrammes de fuchsine par jour.

A partir de ce moment, l'état du malade ne fit qu'empirer; toute la peau du tronc et du ventre, aussi bien qu'a la face, était très œdématiée, la peau des parties déclives, du dos, des lombes, etc., était tendue au point de donner à la palpation la même sensation de résistance qu'une statue de marbre. La bronchite avait fait aussi des progrès, et l'expectoration était devenue purulente.

Le malade mourut subitement le 16 avril 1879.

L'autopsie complète ne put être faite : nous ne réussîmes à nous procurer qu'un des reins.

Examen du rein. — Ce rein était un peu plus gros qu'à l'état normal. Sa capsule fibreuse s'enlevait facilement, et sa surface était lisse. Sa surface, la capsule enlevée, avait une couleur rosée, avec quelques marbrures blanchâtres. La congestion, qui dominait, était nuancée par places par de l'anémie inflammatoire, suivant l'expression de Rayer. Sur une section de la substance corticale, celle-ci présentait une couleur un peu ambrée et transparente par places sur un fond congestionné. Elle était un peu plus épaisse qu'à l'état normal. La substance médullaire était très congestionnée.

Ces lésions de la substance corticale constatées à l'œil nu, ne sont pas assez caractérisées pour qu'on ne puisse pas avoir de doute en face d'elles. Ce sont des nuances de coloration qui peuvent facilement passer inaperçues, et qui, même pour un anatomiste expert, doivent être contrôlées par l'examen microscopique. A voir un rein qui diffère si peu à l'œil nu de l'état normal, on ne supposerait pas qu'il s'en éloigne autant par l'examen histologique.

Voici ce que j'ai trouvé en étudiant des préparations faites après durcissement par l'acide osmique. Dans toutes les sections des tubes urinifères les moins altérés de la substance corticale, on trouve les coagulations sous forme de filaments ou d'un reticulum que j'ai représentées dans la figure 2 de la planche XXXIII. Au milieu de ces coagulations qui existent dans les tubes uri-

nifères chaque fois qu'il y a de l'albuminurie, on trouvait soit des globules rouges du sang (*g'*, fig. 2, pl. XXXIII), soit des cellules lymphatiques contenant des granulations graisseuses *h*. Dans ces tubes, les cellules épithéliales elles-mêmes n'étaient pas manifestement altérées, ainsi qu'on peut le voir en *a*, *a*, fig. 2.

A côté de ces tubes, dans lesquels on trouvait seulement un exsudat épanché venant probablement du sang sorti des vaisseaux des glomérules, il y avait des tubes contournés dont les cellules présentaient des lésions très intenses.

Ainsi, j'ai représenté en *r* (fig. 2, pl. XXXIII) un segment d'un tube urinifère dans lequel les cellules épithéliales *e*, *l*, sont extrêmement hypertrophiées si on les compare avec les cellules des tubes contournés voisins, *a*, *a*. Ces cellules sont, en effet, de cinq à dix fois plus volumineuses que les cellules normales. Elles présentent dans leur intérieur, au lieu des fines granulations très pressées qui existent à l'état normal, deux sortes de granulations : 1° de petites granulations protéiques, claires et transparentes ; 2° de fines granulations noircies par l'acide osmique et qui sont des granulations graisseuses ; 3° des vacuoles, *f*, *f*, creusées dans leur protoplasma.

En outre de ces lésions parfaitement nettes et avancées de néphrite parenchymateuse, il y avait encore des tubes contournés dont les cellules étaient en pleine dégénérescence graisseuse, semblables par exemple à ceux qui sont dessinés dans la figure 5 de la planche XXX. Les tubes élargis présentaient une couche homogène de cellules cohérentes non distinctes en général les unes des autres, pourvues de noyaux et contenant des granulations graisseuses. Les plus grosses des granulations graisseuses, *g*, *g* (fig. 5, pl. XXX) sont situées le plus ordinairement dans la zone circonférentielle des cellules, près de la membrane hyaline des tubes. Nous reviendrons sur cette disposition des granulations graisseuses à propos de la néphrite parenchymateuse chronique. Les tubes dont les cellules étaient graisseuses contenaient généralement des boules protéiques dans leur lumière.

Enfin, il y avait dans le rein des cylindres hyalins très nombreux dans les différents segments des tubes droits : l'un d'eux est représenté en *d*, fig. 2 de la planche XXXIII.

D'après le résultat de l'examen qu'on vient de lire, le rein, dans la maladie de Bright aiguë et intense de l'observation II, n'était pas, comme le rein de l'observation I, dans le premier degré seulement de la néphrite parenchymateuse. Il y avait déjà, en effet, un certain nombre de tubes en dégénérescence graisseuse.

Nous venons d'analyser ces deux faits de maladie de Bright aiguë et intense, dans l'un desquels le rein présentait des lésions du début de la néphrite parenchymateuse, tandis qu'il y avait des lésions plus anciennes dans l'autre.

Il est nécessaire maintenant de faire ressortir les caractères histologiques communs à ces deux faits et ceux qui sont particuliers à chacun.

Dans les deux cas, nous trouvons dans l'intérieur des tubes sinueux de la substance corticale des coagulations d'une substance protéique, mucine ou matière colloïde, sous forme de filaments, de réticulum ou de petites boules ou goutelettes. Cette substance, qui vient probablement pour une part du plasma sanguin épanché avec des globules rouges, est en majeure partie sécrétée par les cellules épithéliales. Dans ces deux faits, nous avons rencontré en effet une assez grande quantité de globules sanguins épanchés dans les tubes, en même temps qu'il y en avait aussi dans les capsules des glomérules.

Ces coagulations, soit sous forme de réseau, de filaments irrégulièrement disposés, soit à l'état de ces gouttelettes et de petites boules de substance protéique, avec les globules rouges sanguins, nous les avons retrouvées constamment dans tous les cas d'albuminurie, par exemple dans les maladies cardiaques avec congestion rénale et albuminurie peu abondante, dans l'albuminurie liée à la scarlatine, et mon interne M. Bar les a vérifiées aussi dans l'albuminurie en rapport avec les troubles pathologiques de la puerpéralité.

Ce sont ces substances de nature protéique qui, s'agglutinant et s'unissant, se fondent en des blocs coagulables qui prennent la forme de la lumière des tubes droits où ils cheminent, et qui constituent le moule interne et coagulé de ces tubes connu sous le nom de « cylindres hyalins ».

Ces cylindres sont constants dans les tubes droits des reins et dans l'urine des malades pendant leur vie dans tous les cas d'albuminurie quelle qu'en soit la cause, qu'elle soit passagère ou liée à une maladie du rein incurable.

Quant aux lésions des cellules, elles étaient variables dans nos deux observations. Dans la première, nous avions affaire à une formation de vacuoles ou petites cavités très remarquables dans la plupart des cellules épithéliales des tubes larges : dans la seconde nous avions affaire à un processus destructif plus intense des cellules, à une tuméfaction granuleuse avec formation de petites cavités dans leur protoplasma et à une dégénérescence graisseuse des cellules d'un certain nombre des tubes contournés.

Il y a quelques années et jusqu'ici, lorsqu'on décrivait les lésions des cellules dans la maladie de Bright, on distinguait, à l'exemple de Reinhardt et de Frerichs, deux modes d'altération : 1° la tuméfaction trouble des cellules correspondant au premier degré de la maladie de Bright suivant Frerichs, aux deux premiers degrés de Rayer, et 2° la dégénerescence graisseuse qui caractérisait le second degré de la maladie de Bright suivant Frerichs, les 3e et 4e degrés de Rayer.

La modification de la nutrition des cellules désignée sous le nom de tuméfaction trouble était décrite comme un accroissement du volume des cellules qui présentaient dans leur intérieur des granulations protéiques et quelquefois même des granulations graisseuses fines. Comme on trouve quelquefois deux noyaux dans une de ces cellules tuméfiées, on rapportait cet état à une inflammation cellulaire avec multiplication des noyaux. Il serait inutile de chercher une définition plus précise et plus détaillée, ni dans les descriptions qui ont été

données jusqu'à ce jour par les auteurs, ni dans celles que nous avons données nous-même, ni dans les figures qui ont été publiées sur ce point. L'idée de cette tuméfaction des cellules par des granulations qui les rendaient opaques ne satisfaisait pas beaucoup l'esprit, surtout si l'on réfléchissait à la genèse de l'albuminurie, car on ne savait pas exactement ce que devenaient ces cellules contenant des granulations protéiques et graisseuses. Les examens que nous avons faits sur des pièces durcies par l'acide osmique permettent de déterminer exactement quelles sont les différentes modifications de forme, de constitution et de structure des cellules répondant aux troubles de la nutrition qu'elles subissent dans les premières périodes de la maladie de Bright, modifications qu'on confondait sous un nom commun.

Nous avons vu que les cellules des tubes contournés sont tantôt vésiculeuses, c'est-à-dire creusées d'une ou de deux cavités assez grandes, cavités remplies par une ou plusieurs gouttelettes de substance protéique granuleuse (voy. les figures de la planche XXIX); que ces cavités faisant saillie dans la lumière du tube finissent par s'y ouvrir par suite de l'amincissement progressif de la cuticule cellulaire mince qui les limite. Les gouttelettes de substance protéique deviennent alors libres dans la lumière des tubes comme de petites boules plus ou moins transparentes, formées par une substance amorphe ou granuleuse solidifiée par l'acide osmique.

Ailleurs, les cellules épithéliales des tubes larges sont tuméfiées d'une façon considérable et remplies de granulations protéiques et de fines granulations graisseuses (voyez le tube représenté en *r*, et plus particulièrement les cellules *e*, *f*, fig. 2, pl. XXXIII).

C'est bien à ces cellules énormes que le mot de tuméfaction trouble pourrait s'appliquer, ou plutôt le mot de tuméfaction granuleuse. Dans ces cellules on voit aussi des cavités ou petites lacunes *f*, *f*, vides ou remplies par une substance grenue, évidemment de matière protéique.

Dans ces cellules on trouve aussi dans des cavités de leur

protoplasma des boules volumineuses qui deviennent libres dans la lumière des tubuli.

Les noyaux de ces grosses cellules granuleuses ne paraissent pas plus nombreux qu'à l'état normal. Il est, du reste, parfois difficile de distinguer sur une section mince des tubes une cellule de sa voisine. Elles forment souvent une couche uniforme ou irrégulière, sans qu'il y ait de limite bien distincte entre elles. Ces cellules granuleuses se réduisent en granules et gouttelettes et sont détruites ainsi. Elles se fondent souvent en un détritus granuleux.

Nous étudierons cette destruction granuleuse et la dégénérescence graisseuse des cellules dans le paragraphe suivant, qui traite des néphrites albumineuses chroniques.

§ 3. — **Maladie de Bright chronique (néphrite parenchymateuse chronique, dégénérescence graisseuse du rein).**

Les maladies de Bright qui durent de 4 à 6 mois à plusieurs années présentent toujours, au point de vue de la lésion, une dégénérescence graisseuse d'un nombre plus ou moins considérable des tubes sinueux de la substance corticale. Lorsqu'un petit nombre seulement des tubes est en dégénérescence graisseuse, comme ils sont en général élargis, on voit à l'œil nu ces tubes ou les faisceaux qu'ils forment comme des lignes opaques jaunâtres ou blanchâtres ou comme des faisceaux de la même couleur. Lorsque le plus grand nombre des tubes sinueux corticaux est altéré, la surface du rein est presque uniformément blanche ou blanc-jaunâtre et opaque. Dans ces faits, la surface du rein est tantôt lisse, tantôt inégale et même quelquefois granuleuse. Les reins à surface lisse et en dégénérescence graisseuse sont plus particulièrement appelés *reins blancs*; les uns sont plus volumineux qu'à l'état normal (gros reins blancs), les autres ont le volume normal du rein, les autres sont plus petits (petits reins blancs).

Les faits de néphrite parenchymateuse chronique que j'ai eu l'occasion d'examiner à l'aide de l'acide osmique cette année

sont au nombre de quatre seulement. Dans deux de ces observations, les reins gras avaient à peu près leur volume normal. Dans les deux autres, les reins étaient diminués de volume. Dans l'une de ces dernières se rapportant à un goutteux dont mon interne M. Bar a présenté les pièces à la Société anatomique (séance du 21 février 1879), le volume des reins était inférieur au volume ordinaire.

Comme les détails anatomiques observés dans ces quatre observations étaient à très peu de chose près les mêmes, il est inutile de rapporter ici ces observations cliniques, ni de présenter isolément l'analyse histologique de chacun d'eux, la même description s'appliquant très bien à toutes les quatre.

Ces reins ont été traités et durcis par l'acide osmique, qui donne des résultats d'autant meilleurs qu'il colore en noir la graisse, et la met bien en évidence. C'est le seul réactif qui, dans des dégénérescences graisseuses de ce genre, permette non seulement de bien voir, mais aussi de conserver les préparations dans la glycérine sans que la graisse cesse d'être visible. J'ai conservé depuis 1875 des préparations de reins de Bright graisseux, traités par l'acide osmique, que j'avais faites à l'hôpital de la Charité, et qui sont aussi nettes que le premier jour.

Nous étudierons successivement dans cette description ce qui se passe du côté des tubes contournés, des glomérules et des tubes droits.

Tubes contournés. — Lésions des cellules. — Dans la maladie de Bright avec dégénérescence graisseuse des cellules, lorsqu'on examine une section de la substance corticale provenant d'une préparation à l'acide osmique, on voit d'abord que les tubes contournés plus ou moins nombreux qui sont atteints sont tous plus dilatés qu'à l'état normal, d'un volume double ou triple. Leurs cellules sont généralement foncées, remplies de granulations colorées en noir par l'acide osmique, parce qu'elles contiennent de la graisse ; mais il peut arriver aussi, comme nous le verrons bientôt, que ces cellules paraissent très claires.

Ces cellules offrent les types les plus nets, toutes les variétés et tous les degrés des cellules tuméfiées et granuleuses.

J'en ai représenté une série d'exemples très évidents dans les figures 1, 2 et 3 de la planche XXXI et dans la figure 1 de la planche XXXII.

La fig. 1 de la planche XXXI montre une section d'un tube sur laquelle on peut voir une série de types différents des lésions épithéliales, si bien qu'elles semblent avoir été réunies là tout exprès pour la description, bien que j'aie dessiné cette figure à la chambre claire et très exactement, comme je l'ai fait, du reste, pour tous mes dessins. On peut voir, en effet, le long de la paroi hyaline de ce tube, des cellules qui sont à peu près normales de forme et de volume comme la cellule *a'*. Elle renferme seulement plus de granulations graisseuses noires qu'elle ne devrait. A côté d'elle, on voit en *a* une cellule qui est un peu plus grosse qu'à l'état normal, et qui contient des granulations graisseuses plus volumineuses.

En *a"*, il existe une cellule devenue ronde, saillante, et montrant dans son intérieur de petites cavités ou vésicules au nombre de trois, *d*, semblables à celles que nous avons trouvées en si grand nombre dans l'observation 1.

De la cellule *a*, qu'on suive la rangée des cellules qui tapissent le tube de droite à gauche ou de gauche à droite, on voit que les cellules augmentent progressivement de volume, de façon à acquérir en *b* et en *b'* des dimensions colossales. Dans ces cellules tuméfiées et granuleuses, on trouve toujours comme en *b* de petites granulations semi-transparentes, claires à leur centre, ayant de 1 à 2 ou 3 millièmes de millimètre, et qui sont des granulations protéiques. Mais, dans les cellules plus volumineuses comme *b'*, ces granulations ou gouttelettes *o* deviennent bien plus grosses, probablement en s'unissant ou en recevant du sang de nouveaux matériaux liquides. Remarquons en passant que la masse *b'* résulte probablement de la fusion de deux cellules, car elle possède deux noyaux ; ces mêmes cellules contiennent aussi beaucoup de granulations graisseuses. Cette tuméfaction exagérée, la formation dans les cellules de gouttelettes

protéiques, la grande quantité de liquide qui s'y accumule, déterminent à la fin une sorte de ramollissement et de fonte complète de leur protoplasma. Les cellules représentées en *i*, *u*, *l*, *r*, sont prises sur le fait : elles sont en train de se ramollir et de verser leur contenu dans la lumière du tube urinifère. On voit, dans les parties de leur protoplasma qui sont encore en place, des granulations protéiques, les noyaux *n*, et des boules protéiques très gonflées *d'* *d'*.

Les cellules qui se transforment ainsi en une substance presque liquide, tenant en suspension des granulations et gouttelettes albumineuses et graisseuses, deviennent beaucoup plus claires que celles dont le protoplasma est plus solide, et forme encore une masse cohérente. De plus, le contenu des cellules ramollies se continue directement avec les granules et gouttelettes, qui sont libres dans la lumière des tubes. C'est ce qu'il est bien facile de constater dans la figure 1.

Au centre de ce tube, on trouve des boules opaques et teintées *n*, des boules plus claires, comme hydropiques, *m*, des noyaux de cellules reconnaissables à leur forme ovoïde, des granulations graisseuses *h* et des globules rouges du sang *g*. Il est probable que ces derniers proviennent uniquement de la diapédèse qui a lieu dans les glomérules ; mais il est possible aussi que des globules puissent passer à travers la paroi hyaline du tube lorsque les cellules épithéliales sont ramollies et détruites. Toutefois, je n'ai pas la preuve de ce passage. On voit bien quelquefois un globule rouge dans la masse ramollie d'une cellule, mais il est possible qu'il y ait pénétré de la lumière du tube où il était d'abord.

Nous venons d'analyser les lésions des cellules épithéliales d'après la figure 1 de la planche XXXI, qui montre d'une façon générale l'ensemble de leurs modifications ; mais il y a une série d'autres détails que j'ai représentés dans les figures 2 et 3 de la planche XXXI et dans la figure 1 de la planche XXXII, et que je dois mentionner.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche XXXI sont dessinées au même grossissement de 400 diamètres. Les cellules épithéliales

qui tapissent le tube de la figure 2 sont toutes très volumineuses. La cellule dont la moitié seulement est représentée en *g* est, en réalité, de dimension colossale.

Les cellules représentées en *a*, *a*'' (figure 3), en *a*' (figure 2), sont cependant moins volumineuses, et elles ont des formes tout à fait spéciales. Les unes, *a* (fig. 3), ont la forme d'un coin, les autres, *a*'' *a*'' (fig. 3), ont la forme d'un clou avec sa tête. Ces cellules possèdent un noyau; leur couleur, due à l'acide osmique, est plus foncée que celle de leurs congénères, parce que leurs granulations sont plus rapprochées; elles sont vues de profil, et elles sont tassées par la compression que les cellules voisines très hypertrophiées exercent sur elles. Les cellules hypertrophiées, en effet, sont un peu claires, bien que possédant beaucoup de granulations graisseuses, parce qu'en même temps elles contiennent beaucoup de gouttelettes de substance protéique qui leur donnent une certaine transparence.

Le contenu des deux tubes représentés dans la figure 3, consiste surtout en un liquide versé directement par les cellules, liquide granuleux au milieu duquel se trouvent, comme toujours, des globules rouges du sang, *g*, des gouttelettes protéiques plus ou moins granuleuses et teintées *o*, *o*, et des gouttelettes claires, hydropiques, *e*, *e*. Il est facile de voir dans cette figure que les cellules *c c*' versent directement les gouttelettes albumineuses et leur protoplasma ramolli dans la lumière du tube.

Toutes les parties solides et liquides versées dans la lumière des tubes contournés, gouttelettes protéiques, plasma et globules sanguins, granulations graisseuses, cheminent dans leur intérieur et vont se coaguler plus loin, dans les divers segments de tubes droits, pour former les cylindres hyalins.

Le grand dessin d'ensemble, représenté à un grossissement de 350 diamètres dans la figure 1 de la planche XXXII, montre à la fois une capsule de Bowmann *g* dont le glomérule n'est pas figuré, la coupe d'une série de tubes sinueux élargis *h*, *h*, avec leurs cellules et leur contenu et plusieurs tubes droits *i*, *i*, *i*, *r*. La plus grande partie des cellules épithéliales de tubes contournés

est en voie de ramollissement destructif. Aussi ces cellules sont-elles en général claires, bien que contenant beaucoup de granules graisseux. Les unes, comme en *a*, *a*, ont conservé leur forme et sont intactes : volumineuses et tuméfiées, elles sont remplies de granulations et de gouttelettes graisseuses et protéiques; elles forment une couche homogène le long de la paroi du tube, et ne laissent pas distinguer leurs limites. D'autres cellules sont distinctes et très hypertrophiées, *a'*. Dans d'autres cellules, *f*, *f'*, le contenu cellulaire est tout à fait liquéfié et même échappé en partie; enfin, dans certaines parties des tubes, il ne reste des cellules que des masses granuleuses rondes, comme en *u*, ou des granulations disposées sans ordre. Le contenu de ces tubes sinueux consiste dans des boules de substance protéique *b* ou dans des amas ou globes plus noirs, de substance colloïde *d*, *d*, *d*.

Dans d'autres tubes des reins atteints de maladie de Bright avec dégénérescence graisseuse, on trouve souvent le revêtement épithélial en dégénérescence graisseuse complète, sans que les cellules soient notablement tuméfiées. Les cellules forment alors, comme cela est représenté dans la figure 5 de la planche XXX, une couche homogène où on voit bien les noyaux, mais dans laquelle on ne distingue rien qui indique la limite de chaque cellule. Dans ces cellules granuleuses, les plus grosses granulations graisseuses siègent à la limite extérieure des cellules, dans le point le plus voisin de la membrane hyaline du tube. Il y a là quelque chose d'analogue à ce qui se passe dans la dégénérescence graisseuse du foie : ce sont habituellement, en effet, les cellules périphériques de l'îlot, celles qui sont le plus voisines des capillaires émanés immédiatement des radicules portes, qui sont le plus chargées de graisse. De même, ce sont dans le rein les parties des cellules les plus voisines des capillaires sanguins qui se chargent d'abord des granulations graisseuses.

La *paroi hyaline* des tubes contournés n'est ni épaissie ni amincie dans ces néphrites parenchymateuses. Elle m'a toujours paru

normale. Le tissu conjonctif qui entoure les tubes, les parois hyalines des glomérules et les vaissaux, montre souvent des granulations graisseuses, soit sur ses fibrilles, soit entre elles, sur les cellules plates et dans les espaces plasmatiques. Nous avons déjà insisté sur cette disposition dans notre *Manuel d'histologie pathologique*, page 1041.

Lésions des glomérules. — Dans les deux faits de maladie de Bright que nous avons rapportés d'abord, il y avait simplement, dans les glomérules de Malpighi, des globules sanguins épanchés. Les vaisseaux glomérulaires étaient normaux, la capsule de Bowman également. Mais, en même temps que des globules du sang étaient sortis du vaisseau et étaient réunis dans la capsule glomérulaire, la paroi vasculaire avait aussi laissé passer du plasma sanguin, du liquide contenant de l'albumine. Nous en avions la preuve par l'action de l'acide osmique qui avait coagulé, en la teintant légèrement en bistre, une masse homogène transparente accolée dans une plus ou moins grande étendue à la membrane de Bowman. Cette coagulation, qui retenait quelques globules rouges, prenait l'empreinte et la forme des anses glomérulaires qui s'y moulaient.

Les cellules plates qui tapissent la membrane de Bowman étaient assez souvent altérées, tuméfiées, transformées en boules albumineuses dans la maladie de Bright aiguë. La figure 2 de la planche XXXII représente une capsule de glomérule à la surface de laquelle il existe une accumulation de boules albumineuses dans un liquide qui est coagulé, et qui montre en *g* l'empreinte d'une anse glomérulaire.

Dans les maladies de Bright avec dégénérescence graisseuse, nous avons toujours trouvé des tuméfactions et des dégénérescences graisseuses de ces cellules de la capsule de Bowman, de même que les bouquets glomérulaires montraient souvent à leur surface des granulations graisseuses. Dans la cavité même du glomérule, il existait quelques globules rouges, et même parfois plus rarement des globules blancs granulés, colorés en noir par l'acide osmique. Nous n'insistons pas sur ces points,

qui sont connus. (Voir le *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier, page 1041.)

Enfin, il y avait dans un de nos faits une atrophie fibreuse d'un certain nombre de glomérules, atrophie qui est bien décrite partout, ce qui nous dispense d'en donner une description.

Lésions des tubes droits. — Les altérations des tubes droits, dans la maladie de Bright chronique, ne sont pas très importantes. Les cellules épithéliales de ces tubes ne sont généralement pas modifiées : elles offrent leur revêtement complet et normal, ainsi qu'on peut s'en assurer sur les tubes représentés suivant une section transversale ou longitudinale en *i*, *i*, *i* (fig. 1 de la planche XXXII).

Cependant, quelquefois on voit comme en *r* (même figure) des cellules épithéliales granulo-graisseuses et complètement desquamées, détachées de la paroi. Si les tubes de cet ordre ne montrent pas de processus actif, ils ont un rôle passif assez important. C'est dans leur intérieur que les produits d'exsudation des glomérules, des cellules épithéliales des tubes contournés, c'est-à-dire les globules rouges du sang, l'albumine du sérum, les gouttelettes et granulations protéiques et graisseuses, les débris de cellules liquéfiées, passent, se coagulent et forment les cylindres hyalins de l'albuminurie. Constamment, ces cylindres, étudiés par l'acide osmique, montrent, comme nous l'avons vu à propos du premier degré de la maladie de Bright, comme nous le verrons à l'occasion des néphrites interstitielles, l'empreinte des globes albumineux ou colloïdes qui les ont primitivement constitués. La disposition que nous avons décrite précédemment (voyez page 416), qui a été dessinée dans la figure 2 et la figure 3 de la planche II, se rencontre aussi dans la figure 1 de la planche XXXII. Là, on voit en *c* le trajet et deux sections d'un cylindre hyalin et une section en *q*. De même, nous retrouverons, à propos de la néphrite interstitielle, des cylindres hyalins ou colloïdes qui sont dessinés en *d* et en *n*, figure 3 dans la planche XXXIII.

J'ai examiné des cylindres recueillis pendant la vie des mala-

des dans l'urine albumineuse. On ne voit pas d'empreintes claires sur eux si on les regarde sans addition de réactif. Mais quelquefois, lorsqu'on les a bien colorés par l'acide osmique, on peut voir ces empreintes claires, qui sont rares. Il est évident que les cylindres s'égalisent à leur surface et s'effilent en passant à travers les tubes étroits, surtout dans la lumière des anses de Henle.

§ 4. — Albuminurie simple. — Néphrite albumineuse passagère.

J'ai eu l'occasion d'examiner les reins dans deux cas d'albuminurie : l'un chez une jeune fille qui avait eu d'abord la scarlatine, et qui succomba dans le service de M. Rigal avec une tuberculose miliaire généralisée, sans qu'il y eût de tubercules dans le rein (1); l'autre, chez une nouvelle accouchée qui venait d'avoir aussi la fièvre scarlatine, et qui de plus avait une *phlegmasia alba dolens*. Cette jeune femme succomba à une embolie pulmonaire, suite de la phlébite de la veine crurale. Dans ces deux faits, de même que dans un autre cas d'albuminurie chez une nouvelle accouchée, nous avons trouvé exactement les mêmes lésions. Voici en quoi elles consistaient :

La cavité des glomérules présentait souvent, presque constamment, quelques globules sanguins libres : il y avait quelquefois même de véritables collections sanguines épanchées dans la cavité des glomérules, et en occupant par exemple la cinquième partie ou le quart. Au-dessous des glomérules, dans les tubes sinueux qui en partent, il y avait aussi par suite habituellement quelques globules rouges du sang. Les cellules plates de la membrane de Bowmann montraient souvent des boules albumineuses dans leur intérieur ou à leur surface, et nous avons vu des couches de ces boules albumineuses dans l'intérieur de la capsule des glomérules analogues au dessin que nous avons reproduit dans la figure 2 de la planche XXXII. Il y avait là une

(1) L'observation en a été donnée dernièrement à la Société médicale des hôpitaux. Elle était surtout remarquable par ce qu'il y avait de très nombreuses granulations tuberculeuses du vagin et de la portion vaginale du col.

coagulation du liquide albumineux, *m*, probablement venu du sang, tenant en suspension des boules albumineuses *b*. Cette coagulation montre en *g* l'empreinte d'une anse vasculaire du glomérule.

Dans ces deux cas, où la néphrite albumineuse paraissait due comme cause primitive à la scarlatine, je n'ai pas trouvé la glomérulite donnée comme caractéristique de cette maladie, c'est-à-dire la formation de cellules rondes ou embryonnaires entre les anses des glomérules et le long de leurs branches vasculaires. Il est possible que ce qui a été comme une glomérulite soit simplement un accident non constant de la diapédèse. Les parois vasculaires du glomérule laissent sortir du plasma sanguin des globules rouges et quelques globules blancs ; ces derniers ont pu s'arrêter un certain temps au passage et rester encore accolés aux parois vasculaires. Avant de conclure dans ce sens, en ce qui touche l'albuminurie scarlatineuse, il serait, du reste, nécessaire de pouvoir examiner de nouveau plusieurs faits surtout sans complication, car, je le répète, les deux faits d'albuminurie dont nous rapportons l'origine à la scarlatine étaient compliqués, l'un de tuberculose, l'autre de phlébite puerpérale.

Dans l'intérieur des tubes contournés de la substance corticale, dans leur lumière, qui est normalement vide, on trouve dans ces cas d'albuminurie des coagulations de substance protéique semblables à celles que nous avons déjà décrites à propos de l'observation II, et qui sont représentées dans la figure 2 de la planche XXXIII.

J'ai dessiné, dans la figure 4 de la planche XXX, un mode très habituel de ces coagulations. Elles forment un réseau de filaments ou de substance irrégulière *o*, *o* teintes et coagulées par l'acide osmique, entourant souvent des boules albumineuses comme en *b*. Ce réseau envoie des prolongements à la surface des cellules ou même entre elles, comme cela a lieu en *m*. Les cellules sécrètent aussi dans leur intérieur des granulations ou petites boules de substance protéique, et on trouve aussi dans quelques-unes de ces cellules des granulations graisseuses,

comme en *p*. Les noyaux des cellules sont bien conservés et elles sont elles-mêmes en place, non desquamées ni détruites par un ramollissement complet.

On voit que ces lésions sont de même nature que celles qu'on observe dans la maladie de Bright. Elles sont seulement fort atténuées, et si légères qu'elles passeraient assurément inaperçues le plus souvent si on n'employait pas l'acide osmique pour les découvrir.

Pour être très superficielles, ces altérations des cellules et les exsudats intratubulaires que coagule l'acide osmique n'en sont pas moins très importants et assez graves, parce qu'ils sont généralisés. Presque tous les tubes contournés en effet sont altérés de la même façon.

Les parties exsudées dans les premières portions des tubes, dans les capsules des glomérules et dans les tubes contournés, passent ensuite dans les tubes droits, où elles se coagulent sous la forme des cylindres hyalins qui existent, comme on le sait, constamment dans les faits d'albuminurie la plus simple et la plus passagère, aussi bien que dans les plus graves des maladies de Bright.

§ 5. — Néphrite interstitielle.

J'ai examiné par le même procédé de l'acide osmique deux cas de néphrite interstitielle provenant du service de mon excellent collègue M. Dujardin-Beaumetz. De ces deux faits, l'un était relatif à un homme qui, d'après la faible quantité des urines, l'abondance de l'albumine, l'œdème généralisé, etc., avait été regardé comme atteint de néphrite parenchymateuse. Cependant ses deux reins étaient très petits, l'un d'eux surtout, et ils étaient tous les deux granuleux et atteints d'atrophie des tubes et de néphrite interstitielle. Dans la seconde observation, classique par sa marche clinique et par son anatomie pathologique, il y avait des reins très petits atrophiés et granuleux.

Je n'ai nullement l'intention de refaire ici l'histologie pathologique de la néphrite interstitielle, ni en particulier de dé-

crire les modifications inflammatoires du tissu conjonctif rénal, qui, du reste, sont plus faciles à apprécier par d'autres méthodes que par celle de l'acide osmique. Ce sont surtout les lésions des cellules que j'ai cherché à analyser, et voici ce que j'ai trouvé :

Dans les granulations, c'est-à-dire dans les parties du parenchyme saillantes à la surface du rein, les tubes urinifères contournés qui constituent la granulation ont un volume à peu près normal. Là le tissu conjonctif et les parois hyalines des tubes qui les séparent ne présentent pas d'épaississement.

Si l'on examine les cellules épithéliales et le contenu des tubes de la granulation elle-même (voy. fig. 4, pl. XXXIII), on trouve les cellules épithéliales, *b*, un peu granuleuses, présentant quelques granulations graisseuses, ou bien elles sont tuméfiées et granuleuses comme dans la néphrite parenchymateuse. La lumière des tubes présente des granulations et des boules protéiques, *c*, absolument comme celles que nous avons décrites dans la néphrite parenchymateuse.

Dans les parties voisines des granulations, c'est-à-dire dans la portion du parenchyme où les tubes urinifères sont tous ou presque tous atrophiés, la plupart des tubes sont remplis par des cylindres hyalins très nets, fortement noircis par l'acide osmique, ce qui indique que la substance qui les constitue est dense et colloïde.

Les figures 3, 5 et 6 de la planche XXXIII se rapportent à des portions du parenchyme rénal atrophié. Toutefois, dans les parties qui sont dessinées ici, il n'y a pas de tissu conjonctif de formation nouvelle en quantité bien évidente, ni de tissu embryonnaire. Il en est souvent ainsi dans les néphrites interstitielles quand on examine les choses de près et sur des sections très minces. Quand les préparations ne sont pas faites avec soin, on peut prendre des corpuscules blancs du sang contenus dans des vaisseaux capillaires pour une infiltration du tissu conjonctif par des cellules embryonnaires.

Si nous n'avons pas, dans ces figures, une multiplication évidente des cellules du tissu conjonctif, nous pouvons y constater un fait intéressant et qui, je crois, a été signalé pour la pre-

mière fois, dans notre manuel d'histologie pathologique (1) : c'est l'épaississsement de la paroi propre des tubes urinifères atrophiés.

Ainsi les parois *p, p', m, m*, des tubes de la figure 3, les parois *p, p, p,* des tubes de la figure 6 sont très manifestement épaissies. On peut en juger en les comparant avec les parois des tubes de la figure 2 de la même planche et avec tous les dessins des planches XXX, XXXI et XXXII qui se rapportent à la néphrite parenchymateuse et qui sont dessinés au même grossissement. Les parois hyalines de tubes ne sont pas non plus épaissies dans la granulation elle-même.

En même temps que ces parois sont épaissies, elles sont un peu onduleuses quand on les considère sur des tubes dont le diamètre est moindre qu'à l'état normal et qui sont revenus sur eux-mêmes. Leur membrane s'est tassée en même temps que la surface diminuait d'étendue. De plus, j'ai observé parfois à la face interne de ces membranes épaissies et j'ai représenté en *b, b* (fig. 3, pl. XXXIII) des noyaux aplatis semblables aux noyaux des cellules plates du tissu conjonctif. Ludwig pense qu'il existe normalement à la face interne de la membrane hyaline des cellules plates, mais ces éléments sont loin d'être faciles à voir, si tant est qu'ils existent à l'état normal.

Dans d'autres observations consignées dans notre manuel d'histologie pathologique, nous avions constaté que la membrane hyaline faisait corps et se confondait avec le tissu conjonctif épaissi du rein.

Revenons maintenant aux cellules et aux exsudats contenus dans les tubes droits de la partie du rein atrophiée.

Dans tous les tubes qui sont restés gros, c'est-à-dire dans certains des tubes droits de la région des pyramides de Malpighi, dans les tubes collecteurs, on rencontre de volumineux cylindres hyalins qui remplissent presque complètement ces tubes. Telle est la coagulation *d* de la figure 3. Telle est la coagulation représentée en *d* dans la figure 5. Dans cette dernière figure, on n'

(1) *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier (p. 1059).

dessiné que le quart du segment du cylindre hyalin et du tube qui le contenait.

A la périphérie et dans le corps même de ces cylindres hyalins, on voit l'empreinte de boules protéiques et colloides *c* (fig. 3 et fig. 5). Dans la figure 5, nous avons dessiné en *m* ces boules colloïdes qui sont à la périphérie des cylindres entre eux et la couche de cellules et qui tapissent la membrane hyaline. Ce sont là des figures à peu près semblables à deux de celles de notre manuel (1), où nous rapportions ces boules à une transformation colloïde des cellules. C'est plutôt une sécrétion des cellules qu'une transformation de ces éléments, ainsi que cela résulte des lésions que nous avons étudiées dans toute la série des néphrites albumineuses.

Dans d'autres tubes, le contenu est formé par des cellules desquamées *e*, pour la plupart en dégénérescence graisseuse complète.

Dans les tubes plus petits, dans les divers segments des tubes droits, on trouve aussi très souvent des cylindres hyalins *n*, fig. 5, qui sont entourés par une couronne de cellules épithéliales en général aplaties. On sait qu'il y a aussi très souvent dans ces reins des kystes à contenu colloïde et formés aux dépens des tubes urinifères. (Voir notre manuel.) Enfin, dans les plus petits tubes, les cellules sont le plus ordinairement petites, semblables à des cellules lymphatiques rondes, non adhérentes à la paroi et disposées sans ordre. (Voy. les tubes *p* et leur contenu *a*, fig. 6, pl. XXXIII.)

Les vaisseaux sanguins paraissent, dans ces reins atrophiés, d'autant plus nombreux et plus volumineux que le parenchyme rénal est plus détruit. Nous ne parlons pas seulement ici des artérioles et des veines, dont les parois sont toujours extrêmement épaissies avec de l'endarterite, de la périarterite, de l'endo et de la périphlébite. Mais nous insistons sur la grande quantité de capillaires remplis de sang qui entourent parfois quelques

(1) *Manuel d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier (fig. 343 et 344, p. 1,061).

rares tubes urinifères atrophiés. C'est ce que représente la figure 6 de la planche XXXIII, dans laquelle les trois tubes atrophiés *p*, *p*, *p* sont partout entourés par des vaisseaux capillaires *v*, *v*, dilatés et remplis de sang.

Il est bien entendu que nous n'avons entendu parler ici que des néphrites interstitielles avec albuminurie.

On voit d'après ce qui précède que la néphrite interstitielle avec albuminurie présente au point de vue des altérations pathologiques de ses cellules, au point de vue de l'exsudat sécrété dans l'intérieur des tubuli, des lésions qui sont semblables à celles de la néphrite parenchymateuse et de même nature.

§ 6. — Dégénérescence amyloïde du rein.

Je n'ai eu l'occasion d'examiner dernièrement par l'acide osmique qu'un cas de dégénérescence amyloïde du rein. Dans beaucoup des tubes urinifères, j'ai noté un exsudat réticulé semblable à celui qui existe dans la néphrite passagère et dans l'observation II. Quelques-uns des tubes montraient des tuméfactions considérables des cellules remplies de granulations protéiques et de granulations graisseuses.

Conclusions. — Les principaux points originaux développés dans ce travail peuvent être résumés de la façon suivante :

I. Les cellules du rein normal des animaux (lapin, cochon d'Inde, chèvre, couleuvre), aussi bien celles des tubes contournés que celles des tubes droits, sont constituées par deux substances : une substance périphérique mince, durcie et coagulée par l'acide osmique, et une substance centrale plus considérable granuleuse et non coagulée par l'acide osmique. C'est dans cette dernière, qui représente la partie active de la cellule, que se trouve son noyau.

II. Dans la maladie de Bright aiguë (premier degré de la néphrite parenchymateuse), les cellules épithéliales des tubes contournés présentent dans leur protoplasma des cavités plus ou moins volumineuses ou vacuoles qui contiennent des granu-

lations ou des boules de substance protéique. Le contenu de ces cavités est évacué dans l'intérieur des tubes urinifères sous forme de boules sphériques plus ou moins volumineuses de substance albuminoïde.

Ailleurs, les cellules sont tuméfiées, remplies de granulations protéiques, en même temps qu'on y observe la formation de ces mêmes cavités ou vacuoles.

Ces produits albuminoïdes de la sécrétion anormale des cellules se mêlent dans la lumière des tubes avec du plasma et des globules sanguins venus des glomérules, pour former dans les tubes droits des cylindres de substance colloïde qui conservent à leur surface l'empreinte des boules qui les ont constitués et avec lesquelles ils étaient en contact.

III. Dans la maladie de Bright chronique (avec dégénérescence graisseuse des cellules), les phénomènes sont à peu près les mêmes.

Les cellules des tubes contournés, tuméfiées, souvent d'un volume colossal, contiennent dans leur protoplasma des granulations et gouttelettes de substance protéique, en même temps que des granulations graisseuses. Elles se ramollissent et vident leur contenu dans les tubes urinifères.

Les cylindres hyalins se forment de la même façon que précédemment.

IV. Dans l'albuminurie passagère, du plasma sanguin et des globules sont épanchés dans les glomérules ; les cellules sécrètent aussi des gouttelettes protéiques. Un exsudat coagulé par l'acide osmique est mis en évidence dans la lumière des tubuli, et c'est cet exsudat qui forme les cylindres hyalins.

V. Les néphrites interstitielles avec albuminurie présentent des lésions cellulaires, des boules de substance protéique, des exsudats épanchés dans les tubes contournés, exactement semblables à ce qu'on observe dans la néphrite parenchymateuse. Les cylindres colloïdes et les kystes à contenu colloïde s'y forment de la même façon.

VI. Toutes les lésions des cellules qui précèdent peuvent se rencontrer dans la dégénérescence amyloïde des reins.

VII. Dans tous les cas de néphrite albumineuse, la pression sanguine, la sortie d'une certaine quantité de plasma sanguin et de globules rouges à travers les parois des vaisseaux des glomérules, joue un rôle important et s'ajoute aux exsudats albumineux sécrétés par les cellules épithéliales de tubes contournés.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXIX.

Maladie de Bright (néphrite parenchymateuse suraiguë), fig. 1, 2, 3 *et* 4.

Fig. 1. — Section d'une partie de la substance corticale du rein dans un cas de maladie de Bright intense au début (obs. I). Le dessin est fait à un grossissement de 180 diamètres, obj. 3 de Vérick — oc. 2, tube élevé.

Les tubes urinifères sont tous dilatés dans ce dessin. Ils contiennent dans leur lumière très agrandie des globules rouges du sang, *a,a,* et des boules sphériques *b,b,b,b'*, soit transparentes soit granuleuses, formées par une substance protéique.

La plupart des cellules épithéliales des tubuli contorti qui sont représentées dans cette figure *m,m,* offrent à considérer des cavités *c,c,d,d,* creusées dans leur protoplasme, cavités qui sont habituellement remplies de boules de mucus ou de substance protéique, et qui font saillie dans la lumière des tubuli.

Ces cavités s'ouvrent sans la lumière des tubuli et, sur certaines sections, comme en *e,* la cavité est ouverte du côté de la lumière du tube.

n. Noyau des cellules.

s. Tissu conjonctif et parois propres des tubuli qui les séparent les uns des autres.

v. Vaisseaux sanguins situés dans ces cloisons et contenant des globules rouges.

En *p,* on voit un canalicule qui contient plusieurs fragments noircis par l'acide osmique *p,* qui ne sont autres que des cylindres hyalins. Les cellules *m'* de ce tube ne sont pas altérées.

Fig. 2. — Examen à un plus fort grossissement (350 diamètres) d'une préparation du même rein.

a. Cellules formant le revêtement d'un tube contourné et montrant leurs noyaux *n* et les cavités ou vacuoles *b,b,* creusées dans leur protoplasma.

c,c'. Boules de mucus et gouttelettes transparentes *d,* sorties vraisemblablement des cellules.

p. Paroi hyaline du tube urinifère.

v. Vaisseau capillaire sanguin.

Fig. 3. — Cellules du revêtement d'un tube contourné dans ce même rein.

m. Protoplasma des cellules; *n*, leurs noyaux; *a*, parties du protoplasma cellulaire qui limitent les cavités ou vacuoles creusées dans les cellules. Ces vacuoles contiennent bien nettement dans leur intérieur une substance granuleuse solidifiée par l'acide osmique, *b*,*b*,*b*.

p. Paroi ou membrane hyaline propre du tube.

e. Vaisseaux capillaires remplis de globules rouges, *g*.

Fig. 4. — Deux cellules isolées de l'épithélium rénal altéré, vues à un grossissement de 400 diamètres (obj. 8 de Verick — oc. 2); *p*, protoplasma cellulaire; *n*, noyaux; *c*, vacuole creusée dans l'une d'elles; l'autre cellule présente deux vacuoles, *c*,*c'*. Dans la vacuole *c*, on voit une substance grenue qui y est contenue.

Planche XXX.

Maladie de Bright (*néphrite parenchymateuse suraiguë*) (*fig.* 1, 2 *et* 3). — *Albuminurie scarlatineuse* (*fig.* 4). — *Maladie de Bright chronique* (*fig.* 5).

Les trois figures 1, 2 et 3 de cette planche se rapportent, comme celles de la planche I, à l'observation I.

Fig. 1. — Section à 400 diamètres d'un tube contourné de la substance corticale dont les cellules *p* montrent des noyaux *n* et des cavités ou vacuoles, les unes remplies, comme en *m*, les autres vides, comme en *d*,*d* : *g*,*g*, globules rouges contenus dans la lumière du tube, en même temps que les nombreuses petites boules *b*,*b'*, les unes un peu transparentes et hydropiques, les autres tout à fait opaques et pleines.

s. Paroi hyaline du tube; *c*,*c*, capillaires périphériques avec leurs globules rouges *g*.

Fig. 2. — Section transversale d'un tube droit de la substance corticale.

s. Membrane propre du tube. Les cellules épithéliales *p* qui le tapissent ne sont pas notablement altérées. Elles présentent bien quelques granulations graisseuses, mais elles n'ont pas de vacuoles comme celles des tubes contournés. La lumière élargie du tube est remplie de boules de mucus *b*, claires ou colloïdes, se colorant en brun par l'acide osmique. De plus, il existe au centre de la lumière du tube une masse homogène *m*, colloïde, en contact par sa periphérie avec les boules précédentes.

p'. Une cellule en partie détachée de la paroi; *c*, globules rouges dans un capillaire. (Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 3. — Un tube droit de la substance corticale représenté suivant une section longitudinale.

Ce tube montre dans sa lumière centrale et vue en long la coagulation colloïde qui était figurée coupée transversalement dans la figure précédente. Cette coagulation *m,m,m*, n'est autre chose qu'un cylindre hyalin coloré par l'acide osmique. La surface du cylindre montre en *b,b,b* l'empreinte et la marque des petites boules claires et hydropiques qui étaient en contact avec la substance colloïde au moment de sa coagulation.

s. Paroi propre du tube; *p*, ses cellules de revêtement. (Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 4. — Section d'un tube contourné de la substance corticale dans un cas d'albuminurie chez une femme qui avait eu la scarlatine, et qui est morte de tuberculose miliaire aiguë généralisée.

Au centre du tube urinifère, il s'est formé une substance protéique ou colloïde *o*, coagulée et colorée par l'acide osmique, substance qui englobe de petites boules ou gouttelettes claires *b*, et qui se prolonge en *m* entre les cellules. Les cellules *p* sont un peu granuleuses : *n*, leurs noyaux.

s. Membrane propre du tube.

c. Capillaire avec ses globules.

Fig. 5. — Portions de deux tubes urinifères contigus dans un cas de néphrite parenchymateuse chronique, observé chez un phtisique (petit rein blanc graisseux à surface lisse).

Le revêtement épithélial de ces tubes est formé par une couche homogène de cellules, sans qu'il y ait de séparation entre elles. Leurs noyaux *n* sont normaux. Les cellules sont uniformément granulo-graisseuses, avec cette particularité que les granulations graisseuses fines existent partout, mais que les grosses granulations graisseuses *g* ne se montrent qu'à la périphérie des cellules, près de la membrane propre du tube.

La lumière des tubes montre une grande quantité de petites boules de substance protéique claires ou opaques et colorées par l'acide osmique *b,b'*, et des granulations graisseuses libres; *c*, capillaire rempli de globules rouges. (Grossissement de 350 diamètres.)

Planche XXXI.

Maladie de Bright (*néphrite parenchymateuse chronique chez un goutteux*), *fig.* 1, 2 *et* 3. — *Épithélium normal de cobaye* (*fig.* 4).

Fig. 1. — Section transversale d'un tube contourné dans un cas de néphrite parenchymateuse chronique chez un goutteux. (Grossissement de 400 diamètres.)

Les cellules épithéliales qui tapissent la paroi de ce tube sont extrêmement variées de forme, de dimension et de structure. Ainsi, les cellules *a* sont à peu près normales, sauf qu'elles contiennent quelques granulations graisseuses fines. La cellule *a''* est devenue sphérique, et elle montre son noyau *n*, et dans son protoplasma trois petites vacuoles *d*. Elle est semblable aux cellules de la figure 4,

Pl. I. Dans la plus grande partie du revêtement de ce tube, les cellules deviennent colossales. Ainsi, les cellules représentées en *b* et *b'* ont un volume de 3 à 10 fois plus considérable que la cellule *a*. La masse protoplasmique *b'* résulte vraisemblablement de deux cellules primitives, car elle montre deux noyaux. Ces grosses cellules hypertrophiées, contiennent dans leur intérieur de petites granulations protéiques *o*,*r*. D'autres présentent des vacuoles *d'd'* plus ou moins remplies d'une masse granuleuse. Le contenu de ces cellules *u*, ou plutôt leur protoplasma transformé en gouttelettes de substance protéique, et contenant aussi des granulations graisseuses, se vide dans l'intérieur du tube.

Dans la lumière de ce tube, on voit des gouttelettes claires *m*, ou colloïdes *n*, des granulations graisseuses *h*, et des globules rouges du sang, *g*.

c. Vaisseau contenant des globules rouges *g'*; *s*, paroi propre du tube; *e*, noyaux de cellules plates du tissu conjonctif rénal; *t*, cellules épithéliales également tuméfiées, appartenant à un tube urinifère voisin.

Fig. 2. — Section transversale d'un tube urinifère du même rein.

s. Paroi propre du tube. Toutes les cellules épitheliales qui le tapissent *a*, *a*, *a'*, sont très volumineuses. L'une d'elles, la cellule *g*, est en réalité gigantesque.

Elles possèdent des noyaux *n*, et leur protoplasma est rempli de granulations et de gouttelettes protéiques assez volumineuses *b*, *b*. Elles montrent aussi des granulations graisseuses très fines, colorées en noir par l'acide osmique. La lumière du tube est incomplètement remplie par des gouttelettes protéiques *c*. (Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 3. — Préparation du même rein.

Cette figure montre une portion de deux tubes urinifères dont les cellules sont considérables, dont la lumière est remplie de gouttelettes claires et opaques et de globules rouges.

a. Cellule épithéliale ayant la forme d'un coin; *a''a''*, cellules épithéliales vues de champ, amincies et aplaties par la compression qu'exerçent sur elles les cellules voisines *c* tuméfiées; *b*, noyaux des cellules aplaties.

Les cellules tuméfiées *c*, *c'c'* contiennent une quantité considérable de granulations ou gouttelettes protéiques, qui sont versées par les cellules dans la lumière des tubes; *e*,*e*, gouttelettes plus ou moins claires hydropiques; *o*, boules contenant des granulations; *g*, globules rouges du sang; *m*, substance colloïde amorphe interposée aux éléments précédents dans l'intérieur du tube; *h*, globules rouges du sang contenus dans un vaisseau; *s*, paroi hyaline du tube. (Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 4. — Section longitudinale d'un tube contourné du rein normal d'un cobaye.

Les cellules implantées obliquement sur la paroi hyaline, sont com-

posées de deux substances, l'une périphérique, *a*, qui l'unit aux cellules voisines, et qui est homogène, dense ; l'autre *b*, centrale, granuleuse, et dans laquelle se trouve situé le noyau *n* ; *g*, globules rouges situés dans des capillaires, en dehors de la paroi hyaline.

PLANCHE XXXII.

Maladie de Bright chez un goutteux (nephrite parenchymateuse chronique (fig. 1). — Contenu d'un glomérule dans l'albuminurie scarlatineuse (fig. 2.)

FIG. 1. — Section passant à travers plusieurs tubes contournés et droits et à travers une partie d'un glomérule.

g. Cavité du glomérule, qui présente en *e* et *e'* des cellules plates qui revêtent sa capsule propre *g'*.

v,v,v'. Vaisseaux capillaires; *s,s,s*, parois et tissu conjonctif qui limitent les tubes urinifères.

Les tubes contournés *h,h,h* sont très élargis. Leurs cellules sont tantôt très hypertrophiées, tuméfiées, comme en *a,a,a'*, et remplies de granulations protéiques; tantôt elles sont transformées en une masse ronde granuleuse *u*, tantôt elles sont en quelque sorte détruites, et on ne voit plus à leur place que ces granules et gouttelettes comme en *f* ; *t*, noyaux des cellules épithéliales.

Dans la lumière centrale des tubes contournés, on voit des corps arrondis *d*, noircis par l'acide osmique, qui sont formés par une substance colloïde coagulée de la même nature que les cylindres hyalins. Il y a aussi au centre des tubes des gouttelettes protéiques *b* et des granulations graisseuses.

Les sections des tubes droits *i,i,i*, offrent des cellules épithéliales *m* normales; mais, au milieu de la lumière de ces tubes, on observe des coagulations *c,c'*, qui sont des cylindres hyalins. Le cylindre représenté sur une section transversale en *q*, présente dans sa masse et à ses bords l'empreinte des gouttelettes protéiques.

En *r* est une section d'un tube droit dont les cellules sont en dégénérescence graisseuse et desquamées.

(Grossissement de 350 diamètres.)

FIG. 2. — Section passant au bord d'un glomérule dans une néphrite scarlatineuse.

p. Paroi hyaline du glomérule; *b,b*, gouttelettes de matière protéique, maintenues par une substance intermédiaire *m* ; *g*, empreinte d'une anse glomérulaire dans cette substance.

(Grossissement de 350 diamètres.)

PLANCHE XXXIII.

Rein normal de cochon d'Inde (fig. 1). — Coupe d'une portion de la substance corticale d'un rein atteint de maladie de Bright (néphrite parenchymateuse aiguë (fig. 2). — Néphrite interstitielle (fig. 3, 4, 5 et 6).

FIG. 1. — Substance corticale du rein du cochon d'Inde à l'état normal.

a,a, coupe de deux tubes contournés.

b,b, tubes droits de la substance corticale.

Les cellules des tubes contournés, présentent à leur périphérie une substance coagulée et dense, périphérique, *m*, et une substance granuleuse *e*, dans laquelle se trouve le noyau *f*.

De même les cellules des tubes droits montrent une substance plus solide *h*, et une substance granuleuse *l*, qui contient le noyau *p*.

Jusqu'au centre des tubes contournés, on voit des parties *n*, qui appartiennent à la substance périphérique des cellules, parce que les cellules sont implantées obliquement.

(Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 2. — Section à travers la substance corticale du rein de l'observation II (néphrite parenchymateuse aiguë).

Le plus grand nombre des tubes urinifères sinueux, montre dans leur lumière des filaments et des coagulations *b,b*; quelques globules rouges de sang *g'*, des boules plus ou moins transparentes *o*, des cellules lymphatiques colorées en noir et contenant de la graisse, *h*.

Le tube *r*, représenté dans ce dessin, montre des cellules très hypertrophiées *e,l*, présentant de fines granulations graisseuses et des cavités *f* creusées dans le protoplasma des cellules.

a. Cellules dont le volume est normal.

c,c. Vaisseaux sanguins contenant des globules rouges *g*.

d. Section d'un cylindre hyalin contenu dans un tube de Henle.

(Grossissement de 400 diamètres.)

Fig. 3. — Coupe passant à travers un rein atteint de néphrite interstitielle.

Les parois hyalines des tubes urinifères *p,p'*, *m* sont épaissies; on voit en *b* les noyaux de cellules plates, qui existent à leur surface interne, sous l'épithélium. L'un de ces tubes présente en *d* un cylindre hyalin avec les empreintes *c* de cellules et de boules qui se trouvaient à sa surface au moment de sa coagulation. Le tube urinifère voisin contient des cellules *e*, desquamées et granulo-graisseuses; *m,m*, tubes urinifères; *v*, vaisseaux sanguins; *g*, globules rouges, et *h* globules blancs.

(Grossissement de 350 diamètres.)

Fig. 4. — Limite de deux tubes appartenant à une granulation de la substance corticale du rein dans une néphrite interstitielle.

La cloison ou paroi hyaline du tube *a* est normale; les cellules *b,b*, sont aussi à peu près normales. Le contenu des tubes offre en *c* des boules ou globes de substance protéique.

(Grossissement de 350 diamètres.)

Fig. 5. — Section d'une partie du rein atteint de néphrite interstitielle, au niveau d'un tube collecteur, dont une partie seulement est dessinée.

p. Paroi du tube collecteur; *d*, cylindre hyalin dont on n'a dessiné que le quart; *c*, empreintes de la surface du cylindre; *a*,

cellules éplithéliales de ce même tube collecteur; *t*, tube en anse de Henle, dont les cellules sont désintégrées ; *n*, cylindre hyalin contenu dans un tube de Henle, dont on voit en *e* les cellules.

(Grossissement de 350 diamètres.)

Fig. 6. — Section du rein atteint de néphrite interstitielle dans un point très atrophié de la substance corticale.

v,v. Paroi de vaisseau remplie de corpuscules rouges *g*, et de globules blancs *g'*.

La paroi des tubes urinifères *p,p*, est très épaissie et les tubes eux-mêmes sont très étroits. Ils contiennent seulement de petites cellules rondes *a*, et des boules de substance protéique *b*.

(Grossissement de 350 diamètres.)

Toutes les figures qui précèdent ont été dessinées à la chambre claire.

BIBLIOGRAPHIE

Conclusions of the Board of Experts authorized by Congress to investigate the Yellon Fever Epidemie of 1878. *Being in Reply to questions of the commitees of the Senate and House of Representatives of the* Congress *of the United states upon the subject of Edidemie Discases.* Washington, 1869.

Mémoire sur un fœtus de Rencephale (de la famille des Anencéphaliens), par le Dr G. Eustache. Paris, 1875.

Influenza della nicotina sopra l'organismo animale. Relazione degli esperimenti fatti dal dott. Corso Francesco nel laboratorio di Firenze. Florence, 1877.

Embryologie ou traité complet du développement de l'homme et des animaux supérieurs, par A. Kœlliker. Traduction faite sur la 2e édition allemande, par A. Schneider, revue et mise au courant des dernières connaissances par l'auteur, avec une préface, par H. de Lacaze-Duthiers, sous les auspices duquel la traduction a été faite. 1re livraison. Paris, Reinwald, 1879.

Ce traité d'Embryologie est trop important, les observations et les recherches de son célèbre auteur sont trop récentes pour qu'il ne doive pas être mis le plus tôt possible à la portée de nos savants, de nos médecins et de nos étudiants français, par une traduction fidèle et l'emploi des figures identiques, dessinées sous les yeux de l'auteur et reproduites avec une grande finesse par la gravure sur bois.

La traduction a été confiée, par l'auteur et les éditeurs, à M. Aimé Schneider, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, bien connu des savants français et étrangers par ses travaux publiés dans les *Archives de Zoologie expérimentale et générale.* Elle sera faite sous les auspices de M. de Lacaze-Duthiers, membre de l'Institut, avec une préface de l'éminent savant.

Toutes les mesures sont prises pour qu'une marche rapide et ininterrompue de la publication en assure l'achèvement, autant que possible, dans l'espace d'une année.

Le propriétaire-gérant,

Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imp. Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

LES ORTHONECTIDA

CLASSE NOUVELLE DU PHYLUM DES *VERMES*

Par Alfred GIARD
Professeur à la Faculté des sciences de Lille.

(PLANCHES XXXIV, XXXV ET XXXVI.)

I. — Historique.

En 1868, dans un intéressant mémoire sur les Planaires marines de Saint-Malo, Keferstein figure un animal qu'il désigne sous le nom de *parasite problématique* (1). L'explication de la planche (Taf. II, fig. 8) indique que ce parasite a été rencontré plusieurs fois, et souvent en très grande quantité, dans le tube digestif de la Trémellaire (*Leptoplana tremellaris*). Le texte ne nous fournit aucun renseignement sur ce curieux organisme, et c'est surtout d'après la figure assez grossière de la planche II du travail de Keferstein que nous croyons devoir le rattacher au groupe dont nous allons faire l'étude.

Mac-Intosh, dans sa belle Monographie des Nemertiens d'Angleterre publiée en 1874 (2), rappelle l'observation de Keferstein à propos d'un parasite qu'il a rencontré dans le *Lineus gesserensis* (*Nemertes communis* de P.-J. Van Beneden), et sur lequel il donne les détails suivants accompagnés de quelques dessins.

« Un parasite bien singulier creuse des galeries dans la paroi du corps du *Lineus gesserensis*. Sa présence se reconnaît facilement par l'aspect du dos de l'animal infesté, qui semble couvert de perforations ou d'alvéoles, comme s'il avait été travaillé par un *Tomicus typographus* microscopique. A un fort grossissement, la région affectée paraît tapissée par un vaste réseau de canaux clairs finement granuleux, contenant un certain

(1) Keferstein. — *Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien von St-Malo*. Göttingen, 1868.

(2) Mac Intosh. — *A Monograph of the British Annelids*. Part. I. *The Nemerteans*, 1874. (*Ray Society*, p. 129 et pl. XVIII, fig. 17, 18 et 19.)

nombre de corps opaques ovoïdes pleins de granulations. En rompant le corps du Nemertien, un grand nombre d'organismes particuliers (pl. XVIII, fig. 17) s'échappent de ces canaux et nagent dans l'eau environnante; généralement, mais pas toujours, l'extrémité du corps qui se trouve en avant est celle figurée à la partie supérieure dans la figure. La partie externe du corps est couverte de longs cils dont l'activité à l'état frais est de durée assez courte; après quelque temps, ces animaux restent immobiles, et les cils disparaissent. Le corps est distinctement segmenté et va en s'amincissant vers l'extrémité postérieure; la surface est marquée de stries longitudinales fines comme dans les *Opalina*, mais à un bien moindre degré. Antérieurement, il y a une portion conique (*a*) composée de trois segments assez peu distincts. Viennent ensuite deux anneaux bien évidents (*b*) : la partie postérieure du second est rétrécie, et forme une sorte de constriction de la paroi du corps. Derrière ces deux anneaux se trouvent six divisions presque égales (*c*), dont chacune paraît double, c'est à dire formée d'une partie antérieure large et d'un anneau postérieur plus étroit. La région terminale (*d*) est constituée par trois segments indistincts. Le corps est finement granuleux dans toute son étendue, et l'on voit une cavité interne qui s'étend depuis le quatrième segment jusqu'au dernier, commençant par une extrémité arrondie et terminée par le contour même du dernier segment. Il n'y a pas d'ouvertures visibles ni à l'une ni à l'autre extrémité. Les corps opaques ovoïdes granuleux (pl. XVIII, fig. 18), répandus à profusion dans les portions infestées du *Lineus*, sont évidemment des stades de développement de cette espèce; ils sont régulièrement ciliés. En les soumettant à une légère pression (fig. 19), on voit apparaître une segmentation transverse, le nombre des segments variant avec le degré de développement. Ces parasites sont des organismes très délicats, et à l'état frais ils se désagrègent en cellules et granules après avoir perdu leurs cils, comme nous l'avons dit ci-dessus. Une coupe transverse du ver affecté montre qu'ils infestent également la peau et les parois du tube digestif; leurs ravages dans la couche pigmentaire du tissu cutané déterminent le

curieux aspect qui me les a fait découvrir. Il est assez difficile de déterminer si la peau, les muscles de la paroi du corps ou le tube digestif constituent l'habitat ordinaire de ces parasites ou si, perforant le tégument à sa surface externe, ils pénètrent ensuite dans la cavité digestive pour sortir par l'anus. L'état de segmentation caractéristique des individus bien développés et leur structure interne semblent indiquer un type plus élevé que les *Opalina* ordinaires. Le professeur Keferstein a trouvé un parasite très voisin dans l'estomac du *Leptoplana tremellaris;* mais il ne l'a pas décrit, et s'est contenté de le mentionner dans l'explication des planches comme un organisme énigmatique. Le centre du corps de ce parasite paraît occupé par une double rangée de grosses cellules. »

Tels sont les renseignements assez peu complets, on le voit, que nous avons pu trouver dans les auteurs touchant les curieux animaux que nous avons désignés sous le nom d'*Orthonectida* (1).

II. — Espèces observées.

J'ai eu l'occasion d'étudier l'espèce signalée par Mac-Intosh. Le *Lineus gesserensis* est en effet très commun à Wimereux ainsi que sa variété, *L. sanguineus*, sous les pierres des endroits vaseux qui avoisinent la tour de Croy, et que l'on peut atteindre presque à chaque marée même pendant le morte-eau. Mon attention fut attirée sur le parasite de cette espèce, parasite assez rare d'ailleurs, par mon élève et ami J. Barrois, à l'époque où il prépara dans notre laboratoire son travail sur les *Nemertiens*. Mais je ne pus alors, faute de matériaux suffisants, que vérifier une partie des observations de Mac-Intosh, et rectifier quelques erreurs commises par cet éminent zoologiste, comme je l'indiquerai plus loin.

C'est vainement que j'ai cherché à plusieurs reprises le parasite découvert par Keferstein dans *Leptoplana tremellaris*. Cette planaire est cependant excessivement commune à Wimereux, à peu près dans les mêmes endroits que *Lineus gesserensis*. Paul Hallez, maître de conférences à la faculté de Lille, qui a disséqué

(1) Nous avons publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (séance du 29 octobre 1877) une courte notice préliminaire sur ces animaux.

de nombreux exemplaires de *Leptoplana*, n'a pas été plus favorisé que moi dans cette recherche.

Un heureux hasard me fit connaître en 1877 deux nouvelles espèces d'*Orthonectida*, que j'ai pu retrouver depuis en quantité suffisante pour en faire une étude assez complète, bien qu'il reste encore plus d'une lacune à combler.

Pendant l'automne de 1877, je m'étais rendu à Wimereux pour y étudier le développement d'une ophiure à embryogénie condensée. J'avais le choix entre deux espèces, *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocoma neglecta*, toutes deux également communes, toutes deux hermaphrodites et vivipares. Des raisons purement techniques me firent préférer la seconde. En ouvrant des centaines d'*Ophiocoma* pour en extraire les embryons, je rencontrai les deux espèces d'*Orthonectida* qui m'ont permis d'entreprendre l'étude du groupe. Toutes deux sont excessivement abondantes dans un animal infesté, mais il est assez rare de rencontrer une ophiure dans cette condition. D'après mes statistiques, on observe chaque espèce une fois sur quatre-vingts ophiures environ, de telle sorte que l'on a chance de trouver l'une ou l'autre espèce une fois sur quarante ophiures disséquées (1).

Au mois de juin dernier j'ai rencontré deux fois les deux espèces d'*Orthonectida* réunies dans une même ophiure.

Il m'a paru que les *Orthonectida* se rencontraient plus communément en automne qu'en aucune autre saison. Mais cela tient

(1) Outre ces deux espèces, l'*Orthonectida*, l'*Ophiocoma neglecta* présente à Wimereux un certain nombre d'autres parasites intéressants :

1° Une jolie vorticelle à pédoncule très court (*Vorticella ophiocomæ* nov. sp.), que l'on trouve même sur les bras des jeunes individus encore renfermés dans les poches incubatrices (très commune).

2° Une *Urceolaria* (*Urceolaria ophiocomæ* nov. sp.), également très commune.

3° Un crustacé copépode de la famille des Ergasilides, ou plutôt d'une famille à part comprenant les espèces annelidicoles. Ce crustacé, d'une forme large et pourvu de pattes crochues, se fixe sur les bras de l'ophiure entre les piquants. Il rappelle la forme du morpion. Par une association d'idées bien naturelle, je le nomme *Phthiriopsis Emilii*, et je dédie ce parasite des étoiles à M. Émile Blanchard, qui enseigne au Muséum l'histoire des arthropodes. Le *Phthiriopsis* est fort rare.

4° Une curieuse petite annelide du genre *Sphærodorum*, qui présente avec l'*Ophiocoma* les mêmes rapports que la *Chlorhema Dujardini* avec le *Psammechinus miliaris*. Je l'appellerai *Sphærodorun Greeffii*, le dédiant au savant professeur de l'Université de Marbourg. On trouve un *Sphærodorum* sur douze à quinze ophiures.

Tous ces parasites de l'*Ophiocoma* seront étudiés en détail dans un mémoire particulier.

peut-être à ce que mes recherches ont pu être plus suivies en ce moment que pendant la période scolaire.

III. — Anatomie de *Rhopalura ophiocomæ*.

(Planche XXXIV.)

Rien n'est plus facile, à l'aide de fines aiguilles à dilacérer, que de séparer toute la partie dorsale de l'*Ophiocoma* d'avec le disque ventral formé par les pièces buccales et les bras. L'animal privé de sa cupule dorsale, et par suite de ses organes digestifs et reproducteurs, vit encore pendant plusieurs jours, marche et s'oriente comme s'il ne lui était rien arrivé de fâcheux.

En dilacérant la cupule dorsale pour en faire sortir les embryons, on voit parfois le porte-objet du microscope se couvrir de petits points blancs qui, examinés au microscope, à un faible grossissement, paraissent animés d'un mouvement rapide de translation en ligne droite des plus caractéristiques.

Ce mouvement, commun à toutes les espèces de groupes, m'a conduit à donner à ces organismes le nom d'*Orthonectida*. Ces petits animaux agiles ressemblent à de gros infusoires ciliés d'un aspect porcellanique et d'une forme générale cylindrique. Un certain nombre cependant se présentent sous une forme plus courte, irrégulièrement ovoïde, et se meuvent avec plus de lenteur.

Sous l'une et l'autre forme, ce sont de simples *planula*, c'est-à-dire des organismes composés fondamentalement de deux couches cellulaires emboîtées l'une dans l'autre : un exoderme ou couche externe de cellules ciliées pour la plupart, et un endoderme constitué par des cellules plus grosses, plus granuleuses, limitant une cavité centrale sans bouche ni anus.

Le premier anneau se termine en cône émoussé à sa partie antérieure, qui porte un bouquet de cils raides. Il est suivi par un anneau cylindrique de même longueur dont toute la surface est hérissée de papilles qui paraissent disposées suivant quatre ou cinq rangées transverses et le long de huit à dix lignes longitudinales; cet anneau est la seule partie du corps qui ne présente pas des cils vibratiles.

Le troisième anneau est plus grand à lui seul que les deux

premiers réunis; il va en s'élargissant légèrement vers son extrémité postérieure.

Le quatrième métamère est de même dimension que l'anneau papillifère; il est suivi par un anneau terminal garni de cils plus longs formant pinceau à son extrémité postérieure : ce dernier anneau est conique et subdivisé en deux métamères moins nets que les précédents.

Les derniers anneaux forment une sorte de massue avec laquelle l'animal fouette l'eau indépendamment du mouvement des cils, par des coups brusques, qu'on est immédiatement tenté d'attribuer à la contraction d'éléments musculaires. Nous indiquerons plus loin où se trouvent ces éléments.

Telle est la forme allongée. La forme ovoïde n'en diffère que par une longueur moindre d'un tiers et par une largeur plus grande. Il semble, à première vue, qu'elle dérive de la première par une contraction dans le sens du grand axe; mais l'on s'assure aisément qu'il n'en est point ainsi, et que c'est au contraire la forme allongée qui constitue l'état ultime de la forme ovoïde, laquelle n'est que la dernière phase embryonnaire de l'animal.

Pour une étude plus complète de l'anatomie du *Rhopalura*, il faut employer des grossissements très considérables, l'objectif 6 de Verick, ou mieux l'objectif 9 à immersion de Hartnack.

Les cellules exodermiques apparaissent alors très nettement, excepté dans la zone papillifère, où il est fort difficile d'en déterminer le nombre et la forme.

Tous les autres métamères sont composés par une seule rangée transversale de cellules, et la différence dans la longueur des métamères tient uniquement à la différence de longueur des éléments cellulaires qui les composent. Les anneaux extrêmes sont formés seulement de quatre cellules, comme chez les Dicyémiens : les anneaux médians comprennent six ou huit cellules; il est très difficile de les compter exactement, les coupes optiques se présentant rarement, et les coupes réelles étant presque impraticables.

Les cellules exodermiques présentent des cils très longs et très denses. En traitant l'animal par l'acide osmique, puis

par le picrocarminate, il est facile de conserver l'exoderme avec son revêtement ciliaire. Des préparations faites, il y a plus d'un an, donnent encore aujourd'hui une excellente idée de l'animal vivant (1).

L'endoderme est primitivement formé de cellules plus grosses que celles de l'exoderme, mais qui, chez l'adulte, subissent une singulière modification.

Tout ce feuillet constitue un sac ovoïde dont l'extrémité antérieure est cachée par l'anneau papillifère, et qui s'étire à partir de l'avant-dernier métamère pour aller s'insérer, sous forme d'une sorte de pédicule, entre les quatre cellules exodermiques terminales. (Voy. pl. XXXIV, fig. 4, 5 et 6.)

La partie renflée du sac endodermique examinée à l'immersion présente de fines bandes musculaires disposées sur un fond légèrement granuleux, et rappelant l'aspect de la couche musculaire endodermique de certains Nématoïdes.

Je ne crois pas que ces éléments musculaires dérivent de la transformation de certaines cellules endodermiques; je les considérerais plutôt comme une partie seulement de ces cellules appelées ainsi à jouer un double rôle physiologique. Ce serait l'analogue des cellules épithélio-musculaires décrites par Korotneff chez les Hydraires; mais avec cette différence que, dans le cas actuel, c'est la partie externe de la cellule qui deviendrait musculaire, la partie interne restant épithéliale.

J'appelle sur ce point très délicat l'attention d'histologistes plus exercés que je ne le suis moi-même aux raffinements de la technique. Il y a là une question digne d'exercer leur habileté.

Les bandelettes musculoïdes sont surtout visibles chez les individus légèrement tordus sur eux-mêmes et dont l'endoderme est vide.

Quelle que soit l'origine de ces éléments musculaires, ils se réunissent, comme je l'ai dit, en une sorte de fascicule à la partie terminale de l'animal adulte, et par leur contraction donnent lieu à ces brusques mouvements, ces coups de massue

(1) J'ai montré ces préparations à diverses personnes, et notamment à M. le Dr Mac Léod, de l'Université de Gand, qui est venu passer quelques jours à Wimereux, au mois d'avril dernier.

de la queue, dont le nom de *Rhopalura* rappelle l'existence et l'allure caractéristique.

En admettant l'interprétation que nous avons donnée, il n'y aurait pas chez les *Orthonectida* de véritable feuillet moyen, mais seulement un *pseudo-mésoderme splanchno-pleural* comparable au *pseudo-mésoderme somato-pleural* des Hydraires.

L'intérieur du sac endodermique est rempli chez certains individus par des éléments cellulaires qui donnent naissance aux produits génitaux.

J'ai vu chez quelques *Rhopalura* un nuage de corpuscules agiles sortis des côtés des corps entre le troisième et le quatrième métamère. Ces corpuscules sont-ils des spermatozoïdes? Il m'a été impossible de saisir leur forme d'une manière bien nette, et je ne pourrais affirmer non plus la présence d'une ouverture naturelle en ces points du corps. Il peut se faire que les animaux présentant cet aspect d'une émission de spermatozoïdes aient été victimes d'une déchirure (pl. XXXVI, fig. 6).

IV. — Anatomie de l'*Intoshia gigas*.

(Planche XXXV.)

La deuxième espèce d'*Orthonectida* parasite de l'*Ophiocoma neglecta* est beaucoup plus grande que le *Rhopalura*. Sa longueur est, en effet, deux fois et demie celle de ce dernier. Je la nomme *Intoshia gigas*.

L'*Intoshia* présente en nageant des mouvements alternatifs de contraction et de dilatation dans le sens transversal, le corps semble parfois légèrement aplati au lieu d'être régulièrement cylindrique comme chez *Rhopalura*.

Elle ne possède pas d'anneau papillifère. Le corps est d'une largeur plus régulière et moins effilé aux deux extrémités, qui sont des pointes mousses un peu plus coniques cependant que chez les *Intoshia* parasites des Nemertes et des Planaires.

La métamérisation est moins nette que celle du *Rhopalura*. Après l'anneau céphalique et un anneau cervical correspondant à l'anneau papillifère, viennent trois métamères de grandeur décroissante (le troisième (γ) est environ la moitié du premier (α), le second (β) est de dimension intermédiaire). On trouve ensuite

un anneau (δ) beaucoup plus grand qui semble parfois se subdiviser en trois, puis deux métamères très petits (ε et ζ) qui ont à peu près la longueur du γ, et enfin la partie terminale.

La dimension variable de ces métamères n'est plus liée, comme chez *Rhopalura*, à la grandeur des cellules qui les composent.

Chaque métamère est, en effet, formé de plusieurs rangées de cellules, les cellules de toutes les rangées étant régulièrement placées les unes au-dessous des autres dans le sens longitudinal. C'est à cette disposition que sont dues les stries longitudinales aperçues par Mac-Intosh, et qui avaient conduit ce naturaliste à rapprocher des *opalina* le parasite du *Lineus*.

L'anneau α renferme trois rangées de cellules, l'anneau β en comprend deux, γ une, et ainsi de suite.

Les cellules exodermiques de l'*Intoshia gigas* sont donc beaucoup plus petites et beaucoup plus nombreuses que celles de *Rhopalura*. Toutes ces cellules, sans exception, sont longuement ciliées. La tête porte, comme chez *Rhopalura*, un bouquet de cils raides dirigés en avant. Ce caractère est d'ailleurs commun à toutes les espèces connues d'*Orthonectida*.

L'endoderme forme un sac régulièrement ovoïde, constitué chez l'animal adulte par de belles cellules polygonales, et renfermant à l'intérieur d'autres cellules arrondies en nombre plus ou moins grand.

L'action de l'acide acétique, en détachant l'exoderme (pl. XXXV, fig. 3), met bien en évidence le sac endodermique. Jamais je n'ai pu distinguer, malgré l'emploi des réactifs les plus divers, la moindre trace de bandes musculaires analogues à celles que j'ai décrites sur l'endoderme de *Rhopalura*. Il faut dire, d'ailleurs, qu'on ne voit pas se produire avec la même intensité chez l'*Intoshia gigas* ces mouvements saccadés violents de la partie caudale que nous avons signalés chez le premier parasite. Mais, comme ces mouvements ne font pas cependant défaut d'une manière absolue, j'incline à penser que les bandes musculoïdes existent, peut-être excessivement réduites, et, par suite, difficiles à mettre en évidence.

V. — Reproduction gemmipare des *Orthonectida*.

Les individus les plus âgés de *Rhopalura* ou d'*Intoshia* présentent une modification considérable de la couche endodermique.

Les cellules de cette couche ne sont plus visibles, et l'endoderme semble formé par une membrane homogène d'aspect granuleux assez analogue à certains tissus des Nématoïdes.

D'autre part, nous avons vu que l'exoderme se détache chez ces animaux avec la plus grande facilité sous l'action des réactifs.

Par suite de la prolifération des éléments cellulaires à l'intérieur du sac endodermique, celui-ci se gonfle, devient sphérique, et, rompant l'exoderme, qui disparaît, forme un véritable sporocyste (pl. XXXVI, fig. 1 à 5). De l'intérieur de ce sporocyste, on voit des bourgeons dont la nature cellulaire est très difficile à mettre en évidence. La même difficulté existe, d'ailleurs, pour les bourgeons des sporocystes des Trématodes, et tous les zoologistes qui se sont occupés de l'étude de ces animaux savent combien il est difficile de mettre en évidence les cellules qui forment l'embryon gemmipare chez un *Bucephalus* ou chez un Distomien quelconque.

Parfois les bourgeons primaires bourgeonnent à leur tour des bourgeons secondaires.

Quand ces bourgeons ont pris une certaine dimension, ils paraissent nettement constitués par une couche unique de cellules qui forment plus tard une couche interne par délamination.

Il semble, d'après ce qui précède, que l'endoderme seul de l'animal mère entre dans la formation des embryons gemmipares; mais il ne faut pas oublier que l'anneau papillifère ou celui qui le remplace chez les *Intoshia* présente une grande obscurité, et il est possible qu'en ce point certaines cellules exodermiques pénètrent à l'intérieur du sac endodermique.

Avec le développement, les sporocystes se déforment et deviennent très volumineux. L'on trouve souvent plusieurs sporocystes à l'intérieur d'une même ophiure. Cette reproduction gemmipare très active des *Orthonectida* explique comment ces animaux se trouvent en extrême abondance dans les échinodermes infestés. Il y a là un fait très analogue à ce qui a lieu

pour les Dicyémiens; mais, pour ces derniers, il est presque impossible de trouver un céphalopode qui n'en renferme pas, tandis que les *Orthonectida* sont relativement très rares.

VI. — Reproduction ovipare.

A côté des sporocystes que nous avons décrits ci-dessus, on trouve dans les ophiures infestées un grand nombre de masses cellulaires qu'on doit considérer comme des œufs à divers stades de segmentation.

Chez le *Rhopalura*, je n'ai pu observer qu'un petit nombre de ces stades embryonnaires (pl. XXXVI, fig. 9 à 12). Le peu que j'ai vu me porte toutefois à admettre que la segmentation est irrégulière, et que la *planula* se constitue par épibolie.

Chaque division cellulaire dans la masse framboisée, donne d'ailleurs naissance aux figures étoilées si connues aujourd'hui sous le nom de *figures caryolytiques* ou *amphiasters*. L'emploi de l'acide osmique permet de les observer avec la plus grande facilité.

J'ai été plus heureux dans l'étude du développement de l'*Intoshia gigas*.

Ici l'œuf segmenté constitue d'abord une *blastula* parfaitement régulière (pl. XXXV, fig. 5 à 9) dont les cellules sont primitivement très allongées dans le sens des rayons de la sphère.

Cette *blastula* ne tarde pas à présenter un processus très net de délamination : la partie interne de chaque cellule cylindro-conique donne naissance à une masse cellulaire sphérique qui se détache de la cellule mère, devenue plus courte (pl. fig. 9). C'est absolument le même mode de formation que celui que l'on peut observer dans la production du mésoderme chez les ophiures à embryogénie condensée (*Ophiothrix fragilis, Ophiocoma neglecta*). Dans le cas présent, c'est l'endoderme qui se forme ainsi aux dépens de l'exoderme, mais nous avons vu que cet endoderme contient aussi en puissance les éléments mésodermiques (les bandes musculaires).

Bientôt les cellules exodermiques se couvrent de cils vibratiles, et s'allongent dans un certain sens; par suite, l'embryon, qui était sphérique, devient ovoïde : les métamères se dessinent peu à peu, et l'on arrive par des gradations insensibles à l'état adulte.

VII. — Systématique.

D'après tout ce qui précède, les *Orthonectida* peuvent être définis de la manière suivante :

Animaux métazoaires gardant pendant toute leur existence la forme *planula* : à exoderme cilié (cils raides en touffe à la partie céphalique antérieure, cils vibratiles sur les autres parties du corps); présentant des métamères qui ne correspondent à aucune division intérieure; à endoderme sacciforme, donnant naissance à un pseudo-mésoderme musculaire splanchno-pleural. Reproduction double: 1° gemmipare à l'intérieur de sporocystes constitués par le développement de l'endoderme; 2° ovipare, s'accomplissant à l'aide de produits mâles et femelles formés probablement chez des individus différents.

La classe comprend jusqu'à présent deux genres :

I. Le genre *Rhopalura*, caractérisé par la présence de l'anneau papillifère, par son exoderme formé de cellules grandes en nombre déterminé, son endoderme nettement musculaire.

Espèce unique. *Rhopalura ophiocomæ*. Longueur $0^{mm},108$. Voir ci-dessus la description (p. 453 et suiv. pl. XXXIV).

II. Le genre *Intoshia*, sans anneau papillifère, à exoderme formé de cellules petites très nombreuses.

Trois espèces :

1° *Intoshia gigas*. — Parasite de l'*Ophiocoma neglecta*, long. 0^{mm}, 270. (V. ci-dessus la description, p. 456 et suiv.)

2° *Intoshia linei*. — Parasite du *Lineus gesserensis*, longueur 0^{mm}. 157. (Voir la description ci-dessus, p. 449 et suiv. Voir aussi les figures citées de Mac-Intosh.)

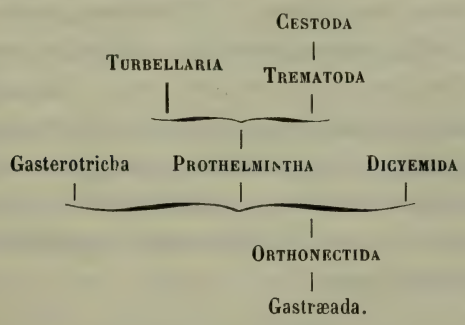
3° *Intoshia leptoplanæ*. — Long. 0^{mm}, 135, larg. $0^{mm},03$. Parasite de *Leptoplana tremellaris*.

Cette espèce, comme la précédente, est régulièrement cylindrique, arrondie aux deux extrémités. D'après la figure de Keferstein, elle présente dix métamères parfaitement réguliers, plus les anneaux céphalique et caudal. L'endoderme paraît formé de grosses cellules arrondies.

La forme générale du corps, la régularité de la métamérisation dans les deux espèces parasites des Nemertes et des Pla-

naires, permettent de supposer l'existence d'autres caractères différentiels qui conduiront probablement les zoologistes à créer pour ces deux types un genre particulier. Une semblable création nous a semblé parfaitement inutile dans l'état actuel de nos connaissances.

Quant à la position du groupe des *Orthonectida* sur l'arbre généalogique des animaux, il est assez difficile de la définir d'une manière précise. Mais il n'est pas douteux que ces parasites doivent se rattacher au phylum des *Vermes* et prendre place à la base de ce phylum à côté des Dicyémiens. L'embranchement des vers, comme nous le comprenons, serait donc représenté par le diagramme suivant :



Les *Orthonectida* doivent occuper dans ce tableau une place inférieure aux *Dicyemida*. Ces derniers sont évidemment très dégradés par le parasitisme. Leur organisation a dû être autrefois bien plus élevée qu'elle ne le paraît aujourd'hui. Le tégument renferme d'une façon très évidente (*Dicyema* de la Seiche) les bâtonnets si caractéristiques de la peau des Turbellariés, et l'embryon présente un organe très complexe, l'*urna;* rien de pareil ne s'observe chez les *Orthonectida*.

L'un des traits les plus caractéristiques du groupe des vers ainsi entendu est l'existence, chez tous les animaux de ce groupe, d'une reproduction gemmipare à l'intérieur de membranes bourgeonnantes (*sporocystes, échinocoques*, etc.). Cette particularité ne disparaît que chez les Vers supérieurs, les Turbellariés, qui se rattachent au reste du groupe par des traits morphologiques si nombreux et si importants, qu'il ne viendra à aucun zoologiste sérieux l'idée de les séparer des Trematodes et des Cestodes

pour les rapprocher des Annélides, comme on l'a fait quelquefois.

Le bourgeonnement à l'intérieur de sporocystes se rencontre d'ailleurs dans bien d'autres classes du règne animal. En laissant de côté les cas un peu aberrants que l'on trouve chez les Arthropodes, nous voyons chez certains Rotifères (*Callidina*) un processus de gemmiparité interne très comparable à celui des Vers. D'ailleurs, les Gastérotriches, souche des Rotifères, et peut-être de tous les *Gymnotoca*, nous paraissent se relier aisément aux *Vermes* par les *Orthonectida*.

Il ne faut pas oublier non plus que les ressemblances extérieures entre les *Orthonectida*, les Gastérotriches, les Rotifères parasites, etc., sont encore augmentées par le genre de vie similaire de tous ces animaux. L'*Ophiocoma*, comme le *Lineus gesserensis* et la *Leptoplana tremellaris*, habite les fonds vaseux. Il en est de même des Annélides limicoles et de la *Nebalia*, sur lesquels vivent en parasites les Rotifères dégradés (*Balatro* et *Saccobdella*). Mais les *Orthonectida* sont en tout cas des animaux bien intérieurs aux Rotifères les plus dégradés et représentent, sans aucun doute, après les *Gastraeada*, le premier échelon du sous-règne des *Metazoa*.

VIII. — Réflexions générales.

Au premier abord, il semble que la découverte des *Orthonectida* vient apporter un très solide appui à la théorie de la *Planula* de Ray-Lankester, ou mieux encore à la théorie de la *Parenchymula* de Metschnikoff, et je suis convaincu que plus d'un zoologiste interprétera dans ce sens les observations que nous avons résumées ci-dessus.

Je persiste cependant, pour ma part, à considérer la *gastrula* par invagination comme le pototype des métazoaires. Voici les raisons sur lesquelles je base cette opinion :

1° Les *Orthonectida* sont des animaux parasites, et il faut nous tenir en garde contre la régression que le genre de vie a pu amener chez ces animaux. Telle organisation que nous considérons comme primitivement simple, ne l'est peut-être que par réduction, s'il s'agit d'un parasite, et surtout d'un parasite interne.

2° Nous avons vu que le *planula* se forme par épibolie chez

les *Rhopalura* : dans ce cas, au moins, nous avons donc momentanément un véritable gastrula qui se referme et ne se rouvre pas, parce que le genre de vie de l'animal ne nécessite pas l'existence d'un tube digestif permanent.

3° Les formes qui présentent la phase embryonnaire nommée *Parenchymula* par El. Metschnikoff ne peuvent être considérées, ainsi que le veut ce naturaliste, comme les plus inférieures parmi les éponges et les hydraires.

Les *Halisarca* ne sont pas des éponges *inférieures*, mais des éponges qui ont subi une réduction de l'appareil squelettique. Au point de vue de la morphologie générale, j'ai montré qu'on pouvait les comparer aux botrylliens, et leur assigner parmi les *Fibreuses* une place très élevée, analogue à celle que les botrylles occupent parmi les synascidies ou les leucons parmi les éponges calcaires.

Les Siphonophores sont loin aussi d'être des cœlentérés inférieurs, et il n'est nullement étonnant qu'ils présentent une embryogénie condensée. La forme embryonnaire typique se trouve chez les coralliaires et chez certaines actinies.

Les oursins et les ophiures à embryons pélagiques ont un œuf petit à vitellus nutritif peu abondant. Ils présentent la gastrula par invagination, et c'est seulement quand cette gastrula est ainsi formée que le mésoderme prend naissance, d'abord par délamination partielle de l'exoderme, puis par des épaisissements latéraux de l'endodermes. Chez les ophiures à embryogénie condensée, l'œuf présente un vitellus nutritif énorme, et le mésoderme se forme par abréviation, en même temps que l'endoderme, par une délamination générale de l'exoderme qui mène à la forme *Parenchymula*. C'est ce que j'ai vu avec la plus grande netteté chez *Ophiocoma neglecta* et chez *Ophiothrix fragilis*.

Je voudrais aussi attirer l'attention sur la métamerisation si particulière des *Orthonectida*.

Nous avons vu que cette métamérisation n'atteint que l'exoderme, et je crois qu'il a dû en être ainsi dans le début pour la métamérisation des annélides. Ce qui le prouve, c'est la forme très différenciée du tube digestif des Chætopodes chez lesquelles

la métamérisation n'est bien nette que pour les organes qui dérivent de l'exoderme, comme les soies, les parapodes et les organes segmentaires.

Il est bien clair que je ne parle pas de cette espèce de métamérisation qu'on observe chez les *Salmacina*, les *Syllis*, etc., et qui n'est que le résultat d'une reproduction gemmipare. Ce dernier genre de métamérisation n'est comparable qu'à ce qu'on rencontre chez les cestodes et certains rhabdocœles.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXXIV. — *Rhopalura Ophiocomæ.*

Fig. 1. — Animal adulte (état naturel).
Fig. 2. — Forme courte ou état jeune (état naturel).
Fig. 3. — Animal adulte traité par l'acide osmique et le picrocarminate.
Fig. 4. — Animal jeune après l'action des réactifs.
Fig. 5. — Animal traité de façon à montrer les bandes musculaires de l'endoderme. Ces bandes se voient plus nettement à cause de la torsion de l'animal.
Fig. 6. — Bandes musculaires à l'état normal.

Planche XXXV. — *Intoshia gigas.*

Fig. 1. — *Intoshia gigas* état naturel.
Fig. 2. — Le même traité de façon à montrer les cellules exodermiques.
Fig. 3. — Le même l'exoderme enlevé pour montrer l'endoderme.
Fig. 4. — État jeune en coupe optique montrant les métamères de l'exoderme.
Fig. 5. — *Blastula* très jeune.
Fig. 6. — *Id.*, plus avancée.
Fig. 7. — Commencement de la délamination.
Fig. 8. — *Planula.*
Fig. 9. — *Id.* traitée par les réactifs.
Fig. 10. — *Planula* ciliée.

Planche XXXVI. — *Orthonectida.*

Fig. 1. — Sporocyste jeune de *Rhopalura* montrant le commencement des bourgeons.
Fig. 2. — Sporocyste à un état de développement plus avancé.
Fig. 3. — Portion du même vue à un plus fort grossissement (bourgeons de deuxième et troisième génération).
Fig. 4. — Portion de Sporocyste montrant des bourgeons à l'état de *Planula.*
Fig. 5. — Sporocyste de l'*Intoshia gigas* avec bourgeons à divers états de développement.
Fig. 6. — *Rhopalura* laissant échapper des spermatozoïdes?
Fig. 7 et 8. — Forme courte et forme longue de *Rhopalura* au moment de la rupture des sporocystes.
Fig. 9, 10, 11, 12. — Formation de la *Planula* épibolique du *Rhopalura.*

REMARQUES

SUR LES

FERMENTATIONS BACTÉRIENNES

Par M. Ch. ROBIN

Membre de l'Institut

---

§ 1. — Sur les fermentations en général.

Une note que j'ai publiée dans ce recueil en 1875 fait voir :

Que tous les corps microscopiques jouant le rôle de ferments figurés sont des cellules végétales, cryptogamiques, du groupe des champignons, et jamais des animaux ou *animalcules* unicellulaires ou autres, malgré ce que plusieurs répètent encore ;

Que la fermentation est un cas particulier de la nutrition de divers végétaux à l'état unicellulaire ou paucicellulaire, et même des pommes ou d'autres fruits à leur période évolutive de maturation, et qu'elle est spécialement un cas particulier de la désassimilation nutritive avec dégagement de chaleur;

Que les différences d'un ferment à l'autre, en tant que alcoolique, tartrique, lactique, etc., tiennent à ce que, selon sa constitution propre, il se nourrit de tel principe, dit fermentescible, de préférence à tel autre, au même titre que toutes les plantes qu'on met dans un liquide formé d'un seul principe ou à peu près, vivent bien dans l'un, qu'elles assimilent et désassimilent bien, et meurent dans l'autre, mais sans que le mécanisme intime de la nutrition, de la fermentation, si l'on veut, cesse d'être le même dans chaque cas particulier, du sucre, des tartrates, de l'urée, etc.

Ainsi les *infiniment petits*, les *microrganismes* des pathologistes, sont des cryptogames. Ces cryptogames sont des *ferments figurés* ou *levûres*. Leur action physiologique est une

fermentation, c'est-à-dire un cas particulier, en ce qui les touche, de la *nutrition* commune et spécialement de la désassimilation; cette action consiste pour chacun en ce qu'il prend aux tissus ou aux humeurs d'un corps mort, et même vivant en divers cas, ce qui lui est indispensable pour assimiler et désassimiler, et, par suite, croître et se reproduire.

On ne connaît encore, de l'un à l'autre de ces microrganismes, aucune différence anatomique et physiologique d'un ordre autre que celles qui séparent les cellules du ferment alcoolique des cellules des ferments tartrique, butyrique, lactique, ammoniacal, et ainsi des autres.

Aussi, lorsqu'on lit que ces organismes *peuvent être très différents par leurs propriétés physiologiques, quoique très voisins par leurs formes*, il ne faut pas oublier que c'est là précisément le fait exceptionnel qu'il s'agirait de prouver, et qu'à cet égard rien encore n'a été montré de ce que leurs cellules auraient au-dessus et en dehors de leur action comme ferment.

Lorsqu'on entend appeler *parasitaires* les maladies charbonneuses, infectieuses et virulentes, d'aprés ce fait que, dans les matières pathologiques en dérivant et les transmettant, on trouve ces cryptogames unicellulaires (qui seraient le *parasite*), on voit qu'on a omis une spécification importante : c'est qu'ici, dire *parasite*, c'est dire *ferment*; que dire parasitaire, c'est dire *zymique*; que dire *zymique*, c'est dire *désassimilateur* en ce qui concerne chaque espèce de cryptogames prétendus parasitaires. C'est omettre, en un mot, de spécifier la seule chose connue parmi les *propriétés physiologiques*, le *mode d'action propre* de ces *parasites* envers le *parasitifère* atteint : propriétés ou actions qui seraient, du reste, sans analogie avec celles que les parasites réels des Teignes, du Muguet, etc., décèlent sur les animaux qui les portent.

Dans les cas de charbon, de fièvre puerpérale, etc., etc., les cryptogames susindiqués, les bactéries, en un mot, dits *parasites*, se nourrissent, en effet, à l'aide et aux dépens de la substance de l'animal affecté, ou du végétal dans divers cas de maladies des plantes; mais on ne sait pas s'ils font autre chose

que lui prendre certains principes qu'il s'assimile et lui rendre les produits du dédoublement désassimilateur de ceux-ci; s'ils font autre chose encore que ne le fait une cellule de levûre assimilant du sucre et le désassimilant par dédoublement en alcool et en acide carbonique.

Rien jusqu'à présent ne prouve qu'il y ait ici plus de mystérieux qu'en tout autre cas de physiologie cryptogamique nutritive.

§ 2. — **Sur les ferments bactériens.**

Les faits connus sur le développement des végétaux unicellulaires ou paucicellulaires ne suffisent pas pour valider la séparation que divers cryptogamistes établissent entre les genres *Leptothrix* et *Bacillus*, dits de la famille des *Bactériens*.

On se demande, d'ailleurs, ce que devient scientifiquement la diagnose du *Bacillus anthracis* de Kohn ou *bactéridie du charbon*, lorsqu'on dit que cette affection *est une maladie parasitaire*, lorsqu'on dit, d'autre part, que : *les bactéridies n'ont aucun caractère qui permette de les reconnaître au milieu des nombreuses espèces de bactéries qui pullulent sur le moindre brin d'herbe, sur la terre humide*, etc. (Voy. *Revue scientifique*. Paris, 1879. N° 48. 31 mai. P. 1143 et 1144.). Ceci du reste n'est que partiellement vrai, car on constate de minimes différences entre les bactériens qu'on trouve sur la terre, le terreau, le fumier, les matières animales ou végétales en voie de décomposition; mais ce n'est qu'en suivant ultérieurement leur développement qu'ils acquièrent des différences assez constantes pour qu'on puisse considérer trois ou quatre d'entre eux comme des représentants d'espèces distinctes.

Que devient cette diagnose lorsqu'on ne dit nombreuses ces espèces que d'après la diversité des matières ou des milieux dans lesquels on en trouve, d'une part, et lorsque, de l'autre, en l'absence de caractères chimiques, de forme, de volume, etc., de caractères botaniques distinctifs, en un mot, on les classe d'après le nom employé en médecine pour désigner la maladie

dont est atteint l'animal dont les humeurs en contiennent? Pourquoi dire *nombreuses* les espèces de *bactéries* sur la terre humide, etc., alors qu'on reconnaît qu'on ne possède aucun moyen de les distinguer les unes des autres sous le microscope; lorsque ce sont seulement des individus nombreux que nous voyons là et ailleurs, sans qu'on sache encore s'ils viennent d'antécédents, adultes ou non, représentés par une ou plusieurs espèces cryptogamiques ?

Mais ce que l'on sait bien, depuis surtout les expériences de M. Pasteur en 1863, c'est que les organismes ayant ces formes causent des fermentations.

En d'autres termes, ils se rangent à côté des autres ferments ou levûres quand ils sont au contact de telle ou telle matière fermentescible ; ce qui veut dire matière susceptible d'être assimilée sans tuer, sans empoisonner, et de se décomposer aisément; douée en d'autres termes d'une faible stabilité chimique.

Les déterminations spécifiques faites en dehors de la connaissance de l'évolution complète des individus, résumées ou non dans une phrase *linnéenne*, restent sans valeur. Elles ne donnent pas plus une notion exacte de la réalité que ne le faisaient les prétendues diagnoses des Acarides à l'époque où, sans se préoccuper de l'âge ni du sexe des individus observés, on décrivait comme espèces distinctes, appartenant même à des genres différents, les larves hexapodes, les nymphes non sexuées, les femelles et les mâles. Cette manière de faire ne conduit qu'à donner une idée fausse des choses à ceux qui ne les connaissent pas encore. Il y a longtemps que ce qu'elle a de trompeur est jugé.

La détermination de ces espèces cryptogamiques, arbitrairement multipliées par quelques auteurs dans les groupes artificiels dits des *Vibrioniens*, *Bactériens*, *Leptothriciens*, aussi bien que parmi les *Hygrocrocis*, les *Leptomitus*, est entièrement à refaire, en s'appuyant sur les phases successives de leur développement, par production de filaments mycéliens plus larges et finalement de sporanges et de spores, montrant que ce sont

des Champignons et non des Algues. (Voy. Ch. Robin, *Du microscope et des injections*, Paris, 1877, p. 863 et suiv., et *Dict. encyclopéd. des sciences médicales*, 1878, art. Sarcode, p. 784-785, contrairement à ce que j'avais cru avoir déterminé en 1853, (*Hist. nat. des vég. parasites des animaux*, p. 253 et 345.)

Toutes les phases d'évolution de ces cryptogames indiquées dans les écrits qui viennent d'être cités, depuis l'état *conidique* ou *de spore*, dit de *microzymas*, de *micrococcus*, de *points mobiles*, de *germes*, *corpuscules-germes*, etc., jusqu'aux états de *vibrions*, de *bactéries*, de *leptothrix*, etc., peuvent être suivis ailleurs encore que dans les couches *mycodermiques* que forment ces organismes et la gangue mucilagineuse qu'ils sécrètent, soit à la surface des solutions ou des infusions abandonnées à l'air, pendant quelques semaines ou quelques mois, soit à la surface de divers corps humides.

On peut les voir passer par les états de *micrococcus*, de *bactéries*, de *leptothrix*, donnant eux-mêmes des *conidies* qui arrivent à prendre les caractères les plus complets des cellules de la levûre ou ferment alcoolique. Ces phases évolutives distinctes et successives d'un même végétal s'observent nettement lors de la production des couches molles, gélatiniformes, à surface plissée ou bosselée, qui croissent sur les tonneaux dont le contenu vient à suinter. Ces couches, dont l'épaisseur peut être à peine mesurable ou atteindre deux à trois centimètres, sont d'un beau blanc ou grisâtres, avec un peu de transparence lorsque c'est du vin blanc qui suinte. Elles sont plus ou moins colorées si c'est du vin rouge qui fournit les matériaux de leur formation.

Or, dans l'un et l'autre cas, ces couches ou masses *mycodermiques* sont en très grande partie formées de spores-conidies à l'état dit de *micrococcus* plongées dans la gangue amorphe mucilagineuse qu'elles sécrètent. Dans chaque préparation, l'on trouve tous les passages évolutifs entre l'état de spores ou de *micrococcus* et celui de *bactéries* et de *leptothrix*. Par places enfin, on trouve les filaments donnant par gemmation des cellules ou conidies de petit volume de même aspect que celles de

la levûre alcoolique. Çà et là on voit des groupes de cellules ayant tous les caractères de la levûre alcoolique ferment, et elles-mêmes en voie de gemmation ou non. On trouve enfin dans divers endroits des cellules allongées, articulées ou non, ayant les caractères des filaments des *Oïdiums*.

Ces couches mycodermiques, à réaction faiblement acide, répandent une odeur vineuse et acétique. Ces couches sont formées par l'agglomération de cellules d'individus appartenant à une seule espèce de plante, végétant ici lentement et graduellement dans les conditions extérieures qu'ils rencontrent et naturelles pour ce végétal. C'est dans les circonstances tant naturelles qu'expérimentales de cet ordre qu'on peut suivre l'évolution complète de ces plantes, depuis leur état de spores le plus simple jusqu'à la phase la plus compliquée de leur fructification. C'est alors que l'on peut, pour ces espèces, constater que, lors de cette dernière phase, l'individu observé diffère autant de ses propres formes sporoïdes et mycéliennes que les Agarics et les Bolets diffèrent de leurs spores et des nombreuses et longues traînées blanchâtres que dessine leur mycélium, en présentant lui-même telles ou telles variétés structurales suivant les conditions extérieures dans lesquelles il continue à vivre et à croître. Ce n'est que comme accident facile à reconnaître qu'on trouve d'autres cryptogames en petit nombre venant compliquer par leur présence les dispositions que prennent les premiers en se développant.

Nul animal unicellulaire ne prend part à la constitution de ces couches, en dehors des monadiens vivant à leur périphérie ou à leur surface, repoussés ou détruits par elles à mesure qu'elles s'étendent.

J'ai déjà insisté (dans ce Recueil, 1875, p. 384 et suiv.) sur l'importance qu'offre en ces matières la solution de la question de savoir si l'objet qu'on a sous les yeux est soit minéral de telle ou telle composition, soit végétal, soit animal.

J'ai rappelé les données chimiques et organiques qui permettent de résoudre cette question par l'observation et l'expérience jusque sur les êtres unicellulaires les plus petits. (Voy.

aussi Ch. Robin, *Traité du microscope et des injections*, Paris 1877, 2e édit., p. 869.)

Au point de vue de la validité et de la rectitude des interprétations logiques qui prennent toujours part à la constitution de la science, il est incontestable que les résultats de l'observation seront faussés, si, croyant expérimenter sur un animal, c'est un végétal que l'on touche et pèse, si l'on croit que c'est dans un animal que se passe ce qui s'accomplit dans une plante. Prendre l'un de ces êtres pour l'autre, soit anatomiquement, soit physiologiquement, sera toujours une erreur, quoi qu'on fasse, et dont les conséquences vont croissant avec l'importance du rôle rempli par l'organisme observé.

Pour ceux qui, en parlant du rôle des cryptogames dans le cours des maladies, se bornent à dire que ce sont là des *infiniment petits*, des *microrganismes*, des *microbes*, des *corpuscules-germes;* pour ceux qui emploient toute autre expression, sans dire si c'est un *infiniment petit* animal ou un *infiniment petit* végétal : pour ceux-là, *infiniment petit*, etc., veut dire *chose qui est indéterminée,* qu'on ne connait pas, etc. Il est dès lors impossible de savoir dans quel sens chercher et dans quel sens tournera la question si l'on parvient à définir ce que représente ce que l'on donne comme indéterminé.

Même remarque, à plus forte raison, quand ceux qui usent de ces termes le font en laissant croire que ces organismes ne sont ni plantes ni animaux, ou, ce qui revient au même, autant l'un que l'autre.

C'est ainsi que la théorie des *animalcules anaérobies*, suppose que les êtres qu'on dit anaérobies sont des animaux, tandis que ce sont des plantes.

M. Pasteur, considérant comme végétaux les *organismes qui n'ont pas des mouvements propres*, et comme animaux *les organismes qui ont un mouvement en apparence volontaire* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*. Paris, in-4, 1863, t. LVI, p. 420), a en effet désigné comme *ferments animaux,* comme *animalcules infusoires du genre des vibrions*, les ferments soit butyrique, soit tartrique, soit de la putréfaction. (Pasteur, *Animalcules infu-*

soires vivant sans gaz oxygène libre et déterminant des fermentations; ibid., 1861, t. LII, p. 344; et 1863, t. LVI, p. 418, 1190 et 1192.)

Or, à l'aide des réactifs et en suivant leur évolution, il est facile de reconnaître que ces *vibrions ferments*, comme les autres vibrioniens, ne sont autres que des cryptogames de la classe des champignons dans leurs états évolutifs de spores (germes des divers auteurs) et mycéliens, avec motilité, mais ne sont aucunement des animaux.

Il résulte de là que, très vrai d'ailleurs, tout ce que dit M. Pasteur de ces êtres s'applique non à des animaux, comme il l'expose, mais bien à des plantes; que, d'autre part, ce qu'il donne comme *le premier exemple connu de ferments animaux*, n'est autre que celui d'un *végétal ferment* à ajouter aux autres.

C'est à des cryptogames et non à des animaux que s'appliquent les passages de M. Pasteur dans lesquels il dit que le ferment butyrique est un *animalcule infusoire* qui, non seulement vit sans oxygène libre, mais que l'air tue (*loc. cit.*, t. LII, p. 346); dans lesquels il dit que : les *infusoires ferments* ou animalcules ferments n'ont pas besoin d'oxygène libre pour vivre, étant doués de ce deuxième genre de vie qui, s'effectuant en dehors du gaz oxygène, s'accompagne toujours du caractère ferment; que la nutrition accompagnée de fermentation est la nutrition sans consommation d'oxygène libre; que là est certainement le secret du mystère de toutes les fermentations proprement dites. C'est encore à ces plantes et non à des animaux que s'applique ce qu'il dit des animalcules infusoires pouvant vivre sans oxygène libre et être ferments (*loc. cit.*, 1863, t. LVI, p. 420 et 1190).

A ces divers titres, il y a des *êtres vivants anaérobies*, du moins temporairement, comme il y en a d'*aérobies*; mais ce sont des plantes qui sont dans ce cas-là, et non pas des *animaux anaérobies*, pas plus qu'il n'y a des *animalcules infusoires-ferments* : ce qu'on a dit être *animal* dans ces conditions se trouvant être *végétal*, comme dans tous les autres cas de fermentations et de putréfactions.

§ 3. — Sur la nature végétale des levûres.

Qui dit *ferment*, figuré en voie de maturation naturelle, dit végétal unicellulaire ou paucicellulaire, ne différant des autres champignons ou des fruits (voy. dans ce Recueil, 1875, p. 394 et 396) que par ce fait là, et comme conséquence par la facilité qu'ils ont de se répandre comme poussière, sans cesser de vivre, puis de se reproduire, dès qu'ils tombent dans un milieu convenable.

Trouver un ferment nouveau, c'est rencontrer la forme sporique et mycelienne d'un champignon qui assimile, puis décompose en le désassimilant quelque principe d'origine organique autre que la glycose (le premier connu à cet égard), tels que l'urée, la butyrine, la lactose, la mannite, et ainsi des autres.

Mais qu'on étudie méthodiquement cet organisme, nouveau ou non, au point de vue des caractères distinctifs entre les animaux et les plantes (voy. dans ce Recueil, année 1875, p. 385 et suiv.), et on trouvera toujours sur lui les caractères que l'on retrouve sur les cellules des végétaux multicellulaires et non ceux que donnent les protozoaires et les unités anatomiques des animaux pluricellulaires. On verra que les caractères tirés de l'évolution et de la reproduction sont de ceux que l'on observe sur les cryptogames et non sur les animaux.

On ne saurait de plus sans erreur dire des organismes que l'ammoniaque et les acides rendent plus nets et plus évidents sous le microscope ce qu'il permet d'induire sur les Monadiens flagellés, vivant ou non avec eux, alors que ceux-ci, après quelques secondes de contact avec l'ammoniaque, se gonflent, puis disparaissent presque instantanément avec dispersion de leurs granules jaunâtres : granules qui, au contact de l'acide acétique, pâlissent graduellement jusqu'à disparition complète. Il y a longtemps, du reste, qu'on sait que rapprocher les *Bacterium* des *Monas* est une erreur et que ces êtres appartiennent à deux règnes différents.

Comme les autres cellules végétales, les spores conidies et les

filaments mycéliens paucicellulaires, qui, accumulés ou isolés, représentent le ferment ou levûre alcoolique, défont le sucre qu'elles ont fait, ou celui qu'elles absorbent quand on le leur fournit tout formé, de la même manière qu'en mûrissant, les fruits et les champignons hyménomycètes (voy. dans ce Recueil, 1875, p. 395-396) désassimilent en acide carbonique et alcool avec dégagement de chaleur le sucre qu'ils ont fait.

Les levûres font, comme cellules cryptogamiques libres, comme plantes à l'état unicellulaire, ce que les pommes et autres fruits font pour la glycose en tant que cellules associées en tissus. Une masse de cellules du ferment représente, si l'on veut, les cellules d'un fruit en voie de maturation qui seraient à l'état de désagrégation ou isolement.

La fermentation, en un mot, est un cas particulier de la nutrition, et dans celle-ci de la *désassimilation* spécialement.

La désassimilation par dédoublement en acide carbonique et alcool de la glycose des fruits arrivés à maturité par la succession de leurs autres actes nutritifs naturels est la fermentation : désassimilation avec production de chaleur, qui se prolonge tant qu'il y a du sucre et jusqu'à ce que cesse toute nutrition, c'est-à-dire jusqu'à la mort de ces cellules.

Dans les levûres, jusqu'à ce que d'une manière homologue arrive la mort de leurs cellules, la fermentation est comme dans les fruits la désassimilation, proportionnellement à la masse des cellules libres, de la glycose qu'elles ont soit formée par assimilation, soit endosmotiquement absorbée toute faite (si on les plonge dans un liquide sucré). Elles agissent ainsi, pendant un temps donné de leur période de croissance et de reproduction, comme les fruits en approchant par maturation de la période descendante de leur évolution.

Mêmes remarques, suivant les cas et suivant les espèces cryptogamiques observées, où c'est de l'urée, des tartrates, etc., au lieu de sucres dont elles se nourrissent, qu'elles assimilent et désassimilent ensuite.

Ainsi, qui dit *ferment figuré* ou *levûre* dit végétal, mais cryptogamique de telle ou telle espèce parmi les champignons, et à

la période sporique et mycélienne de son développement.

Qui dit *fermentation* dit nutrition désassimilatrice, mais sous un cas particulier de la désassimilation.

C'est ainsi que, s'il n'y a pas de ferment sans fermentation, on peut dire qu'il y a des *fermentations* sans *ferments*: tel est le cas de la fermentation alcoolique de la glycose dans le tissu des pommes en voie de maturation (Le Chartier et Bellamy, *Comptes rendus des séan. de l'Ac. des sc.* Paris, 1872, t. LXXXV, p. 1204), dans celui des champignons hyménomycètes (Müntz, *ibid.*, 1875, t. LXXX, p. 180). Sous ces divers rapports, la nutrition en quelques endroits, dans certaines conditions naturelles de l'existence végétale, est de la fermentation; — toute fermentation est de la nutrition désassimilatrice, mais toute nutrition n'est pas de la fermentation, ni partout, ni toujours.

Aux conditions naturelles de l'existence des cryptogames unicellulaires qui, dans leur nutrition, jouent le rôle de ferment, celles d'unités anatomiques et physiologiques dispersées, l'art ajoute la circonstance de leur accumulation dans un milieu exceptionnellement chargé de principes tout formés d'avance, pour obtenir tel ou tel composé chimique, et choisi parmi ceux dont elles se nourrissent le mieux; tandis que, dans leur existence ordinaire, elles sont obligées de le produire d'abord comme le font les pommes.

Ce qui se passe là est de la chimie telle qu'elle se fait dans les êtres organisés, durant leurs actes nutritifs et sécrétoires; mais c'est toujours de la chimie, aussi bien que lors de la formation de l'urée, de la créatine ou des acides urique et carbonique, etc., dans les tissus musculaires, fibreux, etc.

Dans le cas des produits de la fermentation, dans celui des produits de la désassimilation, dont la première est un cas particulier, ces composés peuvent du reste être obtenus plus ou moins aisément par les procédés ordinaires du laboratoire.

En fait, c'est pour avoir pris l'accessoire comme étant le principal, le conséquent pour l'antécédent, le végétal pour l'animal; c'est pour avoir ignoré ce qu'il y a d'essentiel dans l'état d'organisation et dans la nutrition, que tant d'expé-

rimentateurs ont donné et donnent encore les fermentations comme des phénomènes d'une classe exceptionnelle et distincte.

C'est la désassimilation du sucre des plantes déjà citées, par dédoublement en alcool et acide carbonique, qui est la fermentation qui la représente dans chaque cellule. La fermentation n'est pas du tout une chose qui, autre que ce côté-là de la nutrition, viendrait s'ajouter à celle-ci et l'accompagner, comme on pourrait le dire par exemple de la contractilité dans les muscles.

L'absence, la non-consommation d'oxygène libre durant la nutrition, n'est pas plus ce qui suscite ou permet la fermentation qu'un courant d'oxygène dans la solution sucrée parmi les cellules de la levûre n'est un empêchement pour la désassimilation de celle-ci, c'est-à-dire pour la fermentation carbonique et alcoolique. (Voy. Müntz, *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*. Paris, 1875, t. LXXX, p. 181.) Seulement, ces conditions nouvelles qui montrent les cellules de la levûre aussi bien *anaérobies* qu'*aérobies* déterminent des changements dans la croissance et la reproduction sporique des cellules.

Ce qui vient d'être dit du sucre assimilé, puis désassimilé par les cellules de la levûre, s'applique exactement aux cellules des autres ferments, absorbant, puis dédoublant, en les désassimilant plus spécialement, la lactose, la mannite, la butyrine, les tartrates, l'urée, etc. Ces cellules à l'état libre ne font rien là que de naturel en ce qui concerne leur propre nutrition. Rien ici ne sépare cette dernière de ce qu'elle est dans la levûre alcoolique, les cellules des pommes et des hymènomycètes. Il n'y a pas plus là de secret ni de mystère que dans les autres actes nutritifs; car le fait du bouillonnement ou de la production d'écume dû au dégagement de l'acide carbonique formé, quand les cellules où il se produit sont surmontées d'une couche de liquide, ne saurait suffire à l'homme de science pour faire de cet ensemble de phénomènes une classe à part. Dans la nutrition, la désassimilation peut avoir, ou non, comme conséquence la formation d'acide carbonique et d'alcool, et ainsi des autres pour les divers cas de la production des acides lac-

tique, butyrique, acétique, du carbonate d'ammoniaque, etc.; mais quand cela a lieu et qu'on dit qu'il y a fermentation, le fait ne cesse pas d'être de la nutrition d'une ou de plusieurs espèces de cryptogames avec calorification.

C'est là qu'intervient la notion de spécificité pour chacun de ces cryptogames, au point de vue physiologique comme au point de vue anatomique, en ce qui concerne les composés, glycose, lactose, butyrine, urée, tartrates, etc., que chacun d'eux assimile plus spécialement et dont la désassimilation caractérise la fermentation qui lui est propre. Ici, toutes les expériences concordent. Mais il n'y a pas en outre pour chacun quelque autre spécificité que celle-là, telle que serait une spécificité vitale morbifère à l'égard de certains animaux vertébrés seulement. Leur action pathogénique est bornée à cette action décomposante comme ferments, c'est-à-dire relative à leur propre nutrition.

Tout ce qu'offre de démesuré le caractère extra-naturel et merveilleux dont on a entouré l'étude des fermentations et de leur importance scientifique, les recherches sans nombre qu'elles ont suscitées, donnant de si minimes et si obscurs résultats théoriques, comparativement à l'intensité des efforts, tout cela tient à une même cause. Cela tient à ce qu'on ne connaissait pas exactement la nature des ferments en tant que végétaux unicellulaires; à ce qu'on ignorait ce qui concerne leur nutrition, leur assimilation et leur désassimilation en particulier, dans laquelle chaque cellule à l'état de liberté fait pour le principe dit fermentescible ce que nous savons depuis longtemps être fait continûment par les cellules disposées en tissus dans les autres plantes et les animaux.

On a par là été conduit à dire des ferments, contrairement à la réalité, qu'ils sont une classe d'êtres à part, et des fermentations une classe de phénomènes provoqués par les forces de la vie, au lieu d'une réaction d'ordre physico-chimique, telle que toutes celles qui se produisent naturellement dans les conditions que représente l'état d'organisation.

C'est, en effet, une croyance très répandue, et pourtant fausse (comme il arrive toutes les fois qu'on ne se préoc-

cupe pas de l'abîme qui sépare le croire du savoir), que celle qui admet que ce sont indifféremment des animaux tout aussi bien que des végétaux qui jouent le rôle de ferment figuré.

C'est aussi l'ignorance de la nature réelle, animale ou végétale, de ces êtres, de ce que sont leurs actes nutritifs et reproducteurs, qui est la cause de l'entraînement irréfléchi avec lequel les pathologistes accueillent les hypothèses sur les causes cryptogamiques de la cystite, de la néphrite, de la suppuration, de l'érysipèle, de la pourriture d'hôpital, de la *flacherie* des vers à soie etc., et leur accolent l'épithète de *parasitaires*, sans se préoccuper de savoir si, en croyant faire du neuf, ils ne font pas du faux : ce qui a lieu si on ne spécifie pas qu'ici, parasitaire veut dire zymique, ou sinon ne signifie rien.

L'absence de notions précises sur ces questions fait qu'ils sont inconsciemment dominés par la croyance à ce que l'invisible et l'intangible, ou au moins le difficile à voir, les *infiniment petits*, suivant leur expression, ont infiniment de force, tandis qu'ils n'ont pas d'autre force, c'est-à-dire d'autres manières d'être que les infiniment grands : les manières d'être de ceux-ci n'étant qu'une *expression* de celles des infiniment petits, de l'accumulation desquels ils sont une résultante. De là cette croyance que de ce qu'un être est microscopique, il agit autrement, par un autre *principe d'activité*, que les autres; que rien ne s'oppose à ce que, derrière ces similitudes physico-chimiques et organiques incontestables, cet organisme ne sache cacher des spécificités ou des puissances manquant toujours, en pareil cas, à ce qui est directement visible.

Mais ici c'est l'extranaturel (le principe ou les forces de la vie) qu'on met soi-même dans la formule explicative du phénomène, alors qu'il n'y est pas en réalité, qui constitue tout l'extraordinaire que l'on se figure trouver dans l'agent ou ferment. Puis on le signale lors de l'apparition du phénomène ou fermentation, sans prévenir qu'on ne retrouvera dans la formule que ce qui y a été mis d'avance, insciemment sans doute, faute de savoir ce qu'est l'organisme, d'une part, la nutrition, de l'autre ; mais, de quelque cause que vienne l'erreur ainsi propagée, ses

résultats n'en restent pas moins fâcheux, et pourtant faciles à éviter.

§ 4. — Sur les actions pathogéniques attribuées aux bactériens.

Il importe actuellement de rappeler d'autre part que, lorsqu'il s'agit des bactéries et des vibrions qu'on trouve dans l'enduit gingival, le sang, les sérosités, les mucus, avec ou sans *infection*, contagion, etc., leur mode d'action n'est pas autre que dans le cas de la putréfaction, ni que dans celui où ils sont expérimentalement et industriellement employés comme ferments.

Selon l'espèce, encore à déterminer, dont il constitue soit les conidies, soit le mycélium, chacun de ces cryptogames agit en enlevant au sang, aux sérosités ou aux tissus, tel ou tel de leurs principes qu'il assimile, puis dédouble et rejette par désassimilation, comme le font les autres végétaux unicellulaires ou paucicellulaires, représentant par là des levûres. Par cette assimilation comme par leur désassimilation, ces cryptogames sont directement décomposants et par suite altérants pour le sang comme pour les tissus, que les principes formés par chacun soient ou non odorants, fétides ou non.

Quoi qu'on ait dit ou laissé supposer, on n'a pas encore déterminé des différences spécifiques entre les cryptogames, pris ou non pour des animaux, qu'on trouve sur des individus atteints de charbon, d'une part, d'infection purulente, de fièvres rémittentes, puerpérale, et ainsi des autres: différences qui permettraient d'attribuer à chacune son cryptogame parasite propre et de faire rentrer les maladies virulentes et infectieuses dans la classe des maladies parasitaires. On change le nom du cryptogame suivant celui de la maladie durant laquelle on le trouve, bien que ses caractères propres restent les mêmes, sans qu'on ait constaté dans chaque cas des différences spécifiques constantes de volume, de forme, de couleur, de réactions ou de structure. (Voy. ci-dessus le § 2.)

Les différences saisies entre les cryptogames, soit de la forme

bactérienne, soit de la forme vibrionique, ne vont pas au delà de celles que nous montrent les mycéliums d'un même hyménomycète, selon la nature du terrain et les variations des autres circonstances extérieures se prêtant à son développement.

Notons ici incidemment que, pour faire passer à un état plus avancé d'évolution les cellules de la levûre alcoolique ou autres et les mycéliums bactériens, il ne suffit généralement pas d'une modification d'une seule de leurs conditions d'existence, comme la température, le passage d'un courant d'oxygène, etc., là où il n'y en avait pas. Il faut, au contraire, qu'il survienne un changement, qui peut être minime, pourvu qu'il porte simultanément sur l'ensemble de toutes les circonstances voulues pour la nutrition et le développement. Il survient alors ce qu'on observe sur les hyménomycètes qui ne font que se nourrir et croître à l'état de mycélium ou blanc de champignon, pendant des mois et même des années, tant que durent certaines conditions, puis qui, en peu d'heures, arrivent rapidement à leur état de fructification, dès certains changements dans les états électriques, hygrométriques ou autres encore de l'atmosphère.

Il y a disproportion évidente entre la spécificité d'action parasitaire qu'on attribue aux bactéries et les très minimes différences dans les dimensions (mais non dans les formes ni dans la structure et les réactions) que l'on parvient à saisir entre celles du charbon, celles de la fièvre puerpérale, celles de l'infection purulente, celles sans action pathogénique des enduits gingival et lingual, des aphthes, de la dysenterie. Là et dans les diverses humeurs virulentes, la spécificité pathogénique n'est manifestement pas une question de proportion du parasite ; elle se trouverait être sans aucun rapport avec l'évidente et commune nature cryptogamique des ferments, aussi bien qu'avec leurs affinités botaniques et la quantité de ce qui agit, contrairement à ce qui est dans les teignes, près desquelles se rangeraient les affections nommées plus haut, si elles étaient déclarées parasitaires. De telles disparates entre la cause représentée par des champignons dans ces divers cas et les symptômes, doivent rendre prudent sur ces affirmations, jusqu'à

plus ample informé en ce qui touche l'état d'organisation, qui est ce dont s'occupent le moins ceux qui affirment.

Pour appuyer l'hypothèse d'après laquelle ce seraient là des *oranismes très voisins par leurs formes qui peuvent être très différents par leurs propriétés physiologiques* (Pasteur, *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1870, t. LXXXVIII, p. 1217), j'ai entendu émettre une deuxième hypothèse. On a dit que les bactéries renferment peut-être un principe toxique au même titre que les divers hyménomycètes vénéneux, et qu'il ne leur manque ainsi que d'être aussi grosses que ceux-ci pour tuer de même; il pourrait y avoir parmi les bactéries des espèces vénéneuses et d'autres comestibles ou sans action sur l'économie, de même que sont dans ce cas des espèces voisines d'Agarics et de Bolets. Mais, dans les hyménomycètes vénéneux, on trouve des cellules ou vaisseaux contenant le suc à principes vénéneux dont manquent les espèces comestibles. (Voy. Bourdier, *Des champignons*, etc., 1866, in-8°, p. 89, pl. II.)

C'est un fait analogue à celui qui s'observe dans les ombellifères voisines par leurs formes, dont les unes sont vénéneuses (ciguë), et d'autres alimentaires (persil). Là, et dans les autres cas semblables du phanérogame comme du cryptogame vénéneux, on extrait du premier un principe toxique qui manque au second. Quoique très voisins par leurs formes de ceux qui sont alimentaires, très différents par leurs propriétés physiologiques par conséquent, ils diffèrent corrélativement de ceux-ci, parce qu'il entre dans leur composition intime des cellules et des principes immédiats qui manquent aux autres.

On sait donc ici comment il se fait que des organismes très voisins par leurs formes sont très différents par les actions qu'ils exercent. Mais, hors des cas de cet ordre, si nettement déterminés par l'analyse et les expériences, rien ne prouve encore l'existence de protophytes ni de protozoaires voisins par leurs formes qui différeraient tant par leurs propriétés physiologiques. De plus, la marche des accidents causés par les champignons vénéneux, tant hyménomycètes que des familles des Ustilaginées, Urédinées, Mucédinées, Erysibes ou Erysiphes,

est de même ordre que celle que l'on observe dans tous les empoisonnements par des végétaux contenant des principes toxiques définis, cristallisables ou volatils sans décomposition. L'intensité de l'action est toujours proportionnelle à la quantité du poison qui va se combiner chimiquement à la substance même des éléments anatomiques ; qui fait cesser leurs actions propres, qui cause la mort, en d'autres termes, s'il y en a assez, et seulement des troubles plus ou moins prononcés de ces actes, s'il y en a moins. Jamais, même dans le cas d'empoisonnements par les spores unicellulaires des Mucédinées, etc., on ne voit rien d'analogue aux troubles survenant dans les maladies infectieuses, aux éruptions vaccinales, varioliques, rubéoliques, érysipélateuses, croupales, charbonneuses, farcineuses et autres affections attribuées à l'action parasitaire nocive des bactériens. En d'autres termes, là, non plus qu'ailleurs, on ne peut confondre l'empoisonnement avec la virulence ni avec l'infection.

L'empoisonnement par les Champignons, aussi bien que ceux dus à la belladone, la strychnine, la ciguë, etc., cause sur les mammifères et les oiseaux les mêmes accidents que chez l'homme, et ne présente ici aucune des exceptions que l'on constate d'une espèce animale à l'autre dans la transmission, de l'homme aux animaux, des maladies attribuées à la présence des bactéries, c'est-à-dire à des fermentations ; car on ne connaît pas des propriétés nocives inhérentes à ces cryptogames autres que celles du rôle qu'ils jouent comme ferments.

Les Champignons vénéneux semblables entre eux causent des accidents semblables, et l'on ne les voit jamais déterminer des symptômes aussi dissemblables que le sont ceux des diverses maladies attribuées à des bactéries similaires, dont, encore une fois, du reste, l'action, dite ou non parasitique, n'est jamais que fermentative ou zymique.

L'entraînement irréfléchi, qui vient de ce qu'on n'a pas étudié à titre égal les deux ordres de conditions dans lesquelles se passent les phénomènes, l'organisme animal d'une part, les cryptogames de l'autre, fait qu'on ne dit rien et n'a rien cherché sur ce qui peut rendre compte de ce que telle bactérie

reste inoffensive dans la bouche, l'intestin, le nez, etc., etc., alors que telle autre semblable et non moins *parasite* serait cause soit de fièvres intermittente, rémittente, infectieuse, soit virulente, soit simplement suppurative, moins chez les hommes placés dans de bonnes conditions hygiéniques que chez les autres, moins sur les animaux domestiques ou autres que sur l'homme, moins pour les plaies de la tête qu'aux membres, etc.

Une seule chose reste constatée : c'est que toutes les bactéries, par leur nutrition, jouent le rôle de ferment, et qu'on ne sait rien de ce qui, du côté de ce ferment, pourrait rendre si diverses ces maladies *parasitaires* ou mieux *zymiques*, telles que seraient le charbon, la variole, l'infection et la conjonctivite purulentes, la pourriture d'hôpital, les fièvres et suppurations urineuses, la fièvre puerpérale, etc.

La virulence et l'infectiosité deviennent en effet ici des fermentations, avec le ou les cryptogames parasites pour ferment et l'organisme vertébré pour composé fermentescible, auxquels il faut joindre les pommes de terre et autres plantes dans les cas pathologiques les concernant.

Une fois sur cette voie, rien n'empêche de supposer que l'organisme du chien, par exemple, n'est pas fermentescible au contact du cryptogame variolique, de la bactéridie charbonneuse, etc., au même titre que l'organisme de l'homme, du bœuf, du mouton, et ainsi des autres.

Car, encore une fois, ce qu'on dit ici *parasite* est un *ferment* figuré, et parasite ne signifie rien sous la plume de ceux qui l'emploient, s'ils ne spécifient pas en quoi l'action de ce parasite diffère de l'action des parasites des teignes, de la gale, de l'intestin, des muscles, etc., qui n'agissent qu'en prenant leur nourriture à l'animal atteint, gênant son développement, le jeu des organes, qu'ils compriment, etc.

Ce qu'on appelle microrganisme parasite est un cryptogame, ferment figuré botaniquement, zymique au point de vue de sa physiologie propre, et ne porte en lui rien de plus.

Sous un autre point de vue, en présence de différences si considérables, aussi bien morbides que relatives à la putré-

faction, selon la maladie dont est mort le sujet sur lequel on observe les bactéries d'une part, à côté de si minimes dissemblances entre ces cellules et filaments cryptogamiques, qu'on trouve là *de même genre*, botaniquement parlant, que ceux qui servent de ferments lactique, butyrique, etc., d'autre part, on ne saisit pas comment le végétal parasite ou ferment apporte avec lui ces spécificités morbides, virulentes ou non, si nettement caractérisées, ni comment il apporte leur hérédité dans la syphilis, le rôle préservateur de la vaccine contre la variole, de la variole contre la variole, etc.; partout, au contraire, leur nutrition et ses effets zymiques se constatent et sont intimement liés.

On pourrait supposer que, dans les cas non mortels, ce sont les modifications apportées dans l'économie par l'action zymique des bactéries (car, hors de l'encombrement des capillaires qu'elles peuvent causer, elles n'en ont pas d'autre), que ce sont ces modifications qui sont héréditaires, préservatrices, etc.

Mais cela n'est pas prouvé, pas plus que les expériences sur l'action propre de ces végétaux comme ferment n'ont prouvé l'absence de passage à l'état virulent des mucus, plasmas et sérosités. Ce qui concerne en propre la constitution de ces humeurs, l'état d'organisation des éléments de nos tissus, et ce qui, par suite, peut s'y produire en tant que modifications accidentelles ou morbides diverses, a, en effet, toujours été laissé de côté par ceux qui n'ont étudié dans les maladies infectieuses et contagieuses que ce qui est de nature végétale et étranger à l'organisme affecté.

Il l'a parfois été, mais non toujours, par les chirurgiens, qui considèrent que les *microrganismes* soumis au lavage perdent la spécificité pathogénique qu'on leur attribue, deviennent inoffensifs, ou admettent qu'ils ne sont point d'autant d'espèces qu'il y a de maladies, soit infectieuses, soit contagieuses; qu'ils ne représentent nullement des êtres parasitaires, mais que quelles qu'en soient les espèces, ils n'agissent que comme véhicules des matières soit infectieuses, soit virulentes dont ils sont soit imbibés, soit peut-être seulement comme vernissés : ce qui, au point de

vue chirurgical, suffit pour justifier l'emploi des méthodes antiseptiques, tant opératoires que relatives aux pansements.

Du reste, ni ceux qui admettent dans les microphytes une action inévitablement ainsi d'ordre parasitaire, mais spécifiquement pathogénique, ni ceux qui les considèrent comme un véhicule seulement, n'ont encore constaté leur présence dans la lymphe et le sang lors du frisson initial caractéristique du début de la fièvre puerpérale, des infections purulentes ou urineuses, etc., ni durant les éruptions vaccinales, varioliques, rubéoliques, etc., où pourtant ils devraient être.

On n'a, par suite, pas étudié le rôle épiphénoménal ou chimique, en tant que ferment, qu'ils exercent nécessairement dans le sang où ils croissent et se multiplient, s'ils y sont alors.

On n'a pas étudié non plus comment ils disparaissent de l'économie dans les cas de guérison des fièvres puerpérales, des infections purulentes, etc., qu'ils auraient causées: guérisons dont les exemples se comptent avec certitude; disparition de ces cryptogames, qui ne doit pas être regardée comme impossible, si l'on se reporte à ce que l'on sait de leurs propriétés. (Voy. Trécul, *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, Paris, 1872, t. LXXIV, p. 23; Davaine, *ibid.*, 1864, t. LIX, p. 631.)

On n'a observé des cryptogames bactéridiens dans le sang que dans les deux à trois derniers jours de la vie chez les rubéoliques, des varioleux, des septicémiques, des femmes atteintes de fièvre puerpérale, des polyparétiques (paralysies générales), etc. Cela ne décèle rien autre chose que l'existence d'une altération du sang, assez avancée déjà pour que le plasma se prête à la nutrition et au développement des formes vibrioniques et des bactériennes, comme le font journellement les enduits gingival, lingual, nasal, préputial, etc.

La composition intime ou immédiate propre du sang est connue au fond avec trop peu de précision pour qu'on puisse se rendre compte en détail des altérations que les ferments causent dans le plasma, de leurs mauvais effets sur la nutrition des divers tissus, de la nature chimique des principes odorants qui se forment alors et qu'exhalent les poumons, etc.

En d'autres termes, dans les cas qui viennent d'être notés, la malfaisance de ces cryptogames ne dérive pas d'une influence hyperphysique, sans rapport avec leur nature propre; et ce n'est pas jusque dans ces végétaux qu'il faut repousser le siège primitif des virulences qui n'atteignent que tels ou tels des genres de vertébrés à température constante. La nocivité de ces cryptogames tient à la fois à ce que chaque cellule prend anormalement au sang pour l'assimiler et à ce quelle lui rend en fait de principes accidentels formés par sa désassimilation propre, dite fermentation. Il est possible que ce soient et même probable que, dans ce milieu alcalin, ce sont, selon la nature spécifique du cryptogame, des acides butyrique, lactique, etc., qui se produisent : formations qui mettent en liberté des principes odorants ou non, décomposent ainsi graduellement le plasma, rendent la nutrition de plus en plus imparfaite et nulle enfin, ce qui est la mort. Tout ici peut varier d'autant de manières qu'il y a de variétés de ces désassimilations et proportionnellement à la quantité des cellules cryptogamiques.

C'est ainsi qu'il est certain que bien des diabétiques peuvent être reconnus comme tels par l'odeur dite *aigre* ou *acide* venant de leur bouche et de leur sueur. Ici, le corps odorant n'est pas directement produit par le diabétique, mais il est représenté par un ou plusieurs principes volatils, tels ou tels acides gras (comme l'a montré M. Chevreul lors de la diffusion de l'odeur des oiseaux, des chiens, etc.), mis en liberté et dégagés de leurs sels par l'acide inodore produit par la fermentation du sucre de diabète, fermentation déterminée par les bacteries de la bouche, etc. C'est ainsi, du reste, que l'acide lactique inodore dégage des liquides où il se forme les acides gras volatils odorants, et que l'acide chlorhydrique du suc gastrique rend odorantes les matières stomacales, etc.

Mais, si, par le fait des variétés de désassimilation fermentatrice susindiquées, il y a hâte dans la décomposition du plasma et dans les troubles nutritifs, gravité croissante dans la nocivité, difficultés au retour à l'état normal, il faut déjà qu'il y ait eu possibilité de vivre pour le végétal, c'est-à-dire altération pri-

mitive et préalable du plasma sanguin ou des tissus, dont la constitution propre n'est envisagée qu'imparfaitement et comme si elle était d'importance secondaire par ceux qui étudient ces questions.

Du reste, de même que les odeurs de la putréfaction cadavérique, qui varient suivant la nature des maladies causant la mort, ne tiennent pas exclusivement à tels ou tels des cryptogames qui vivent sur les tissus et qui en hâtent la décomposition en s'en nourrissant, mais bien aussi à la composition immédiate des tissus et à l'état des milieux ambiants, de même, la bénignité dans un cas, la malignité dans l'autre, de la variole, du charbon, de la fièvre puerpérale, etc., etc., tiennent non à la nature des bactéries, mais à la constitution propre de l'organisme affecté; et de même pour le fait de l'inoculabilité ou non-inoculabilité de ces maladies à tels ou tels animaux.

Au lieu de reconnaître que ce sont les mucus, le sang, etc., dont la substance altérée est virulente, qui représente elle-même ce qu'on appelle un *virus*, on pourrait, il est vrai, supposer que ce sont ces bactériens qui forment et excrètent chacun une diastase, un *virus* spécial agissant à distance en dehors de leurs propres cellules. Mais, sous ce point de vue encore, rien n'est fait, ni probable.

§ 5. — Sur les actions physiologiques des animaux attribuées à des végétaux bactériens.

Il importe que, de leur côté, les physiologistes n'acceptent pas sans examen l'hypothèse des botanistes, qui affirment qu' « on « ne sait rien chez les animaux supérieurs sur le mécanisme de « la digestion de la cellulose, ni sur la région du tube digestif « où elle s'opère, et qui correspond aux amylobacter. » — Van Tieghem (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1879, t. LXXXVIII, p. 209).

Tous les observateurs qui ont étudié la digestion des aliments végétaux sur les vertébrés herbivores, ont constaté que la région où ils perdent plus ou moins de leur cellulose est limitée entre le duodénum en haut et le cœcum en bas. Les

physiologistes ont expérimentalement démontré que les celluloses ne sont digérées jusqu'à disparition de la paroi cellulaire que sur un nombre très restreint d'aliments végétaux, même après la coction ; que, dans ce dernier cas seulement, la structure propre de l'aliment cesse d'être reconnaissable au microscope dans les excréments, alors qu'elle est toujours reconnaissable avec la plus grande netteté dans tous les restes des autres aliments végétaux ; que l'analyse chimique fait retrouver constamment dans ceux-ci au moins de 40 à 80 p. 100 de la cellulose ingérée comme aliment. Aussi, bien qu'il y ait, en effet, des *bactéries* semblables à celles des interstices dentaires dans l'intestin grêle durant la digestion normale des aliments végétaux, chez les herbivores surtout, flottant dans les liquides qui baignent les fragments de ceux-ci, les physiologistes ont toujours attribué l'action soit *liquéfiante*, soit dissolvante proprement dite, non pas aux cryptogames, qui sont là en quantité accessoire, mais aux liquides spéciaux de sécrétion constante et naturelle ; d'autant plus que, lorsqu'on empêche leur arrivée dans l'intestin, l'*action dissolvante*, la digestion en un mot, n'a plus lieu, bien que les bactéries restent et même deviennent alors particulièrement abondantes.

Il faut donc se garder de croire qu'il soit démontré que dans l'intestin « il y a un organisme qui dissout les grains d'amidon ; « qu'un autre transforme et saponifie la matière grasse ; qu'un « autre encore attaque et rend solubles les matières albumi- « noïdes, » comme quelques auteurs l'admettent pour le cas des expériences portant sur des matières alimentaires étudiées hors de l'intestin.

Si ces hypothèses venaient à être réellement démontrées, la digestion de la cellulose, etc., serait un acte physiologique *parasitaire*, comme le seraient, dit-on, les maladies indiquées plus haut. Ici le bien, ailleurs le mal le plus dangereux, produits tous deux par des plantes ne montrant pas toujours de l'une à l'autre des différences spécifiques. La digestion serait accomplie par autre chose que par l'appareil digestif.

Devant l'identité d'aspect de la paroi cellulosique des cellules

examinées successivement dans l'aliment et dans l'excrément, il devient impossible de comprendre comment agiraient réellement les *amylobacter* (cryptogames rangés dans le genre *Bacillus*); cela est impossible du moins lorsqu'on lit que : « c'est au contact direct de l'Amylobacter avec la cellulose que « se produit l'action dissolvante du premier corps sur le second, « et non par une diastase formée en excès par l'amylobacter et « agissant à distance en dehors de lui. »

Qu'est-ce, en effet, que cette action de *contact direct*, si ce n'est un retour à l'hypothèse ancienne des *actions catalytiques*, que renverse l'étude actuelle des fermentations; à moins que ce ne soit quelque fluide vital qui de l'amylobacter se porte à une certaine distance dans l'épaisseur de la paroi cellulosique, que le bactérien ne fait que toucher, pour rendre solubles du tiers à la moitié des molécules de cette paroi? Si cette action chimique n'est pas due à cela, à l'un ou à l'autre, elle n'est évidemment rien.

On sait que c'est matériellement, par une imbibition réelle des aliments solides, que « se produit l'action dissolvante, » ou plutôt encore *liquéfiante*, des sucs gastrique, duodénal, biliaire, pancréatique et intestinal sur les aliments. Or, malgré la quantité de ces humeurs et ce que l'expérience prouve sur leur spécifité d'action et de composition, l'hypothèse du contact direct le met de côté pour leur substituer dans chaque cas un solide ou, si l'on veut, une troupe d'autres cellules plus microscopiques, mais non moins solides individuellement que celles des aliments.

Ces plus petites cellules sont chargées de digérer leurs homologues par contact, aussi bien hors de tout intestin que dans celui-ci.

De plus, « au point de vue de la *digestibilité par l'amylobacter*, il y a, dit-on, de grandes différences dans une même plante, suivant les tissus, dans un même tissu, suivant les plantes. »

Enfin, toujours d'après la même hypothèse, donnée comme prouvée, l' « amylobacter digère d'abord la cellulose, mais « ensuite il fait fermenter le principe soluble obtenu. La di- « gestion et la fermentation proprement dite sont accomplies « successivement par le même organisme. »

On voit que, s'il en était ainsi sur les animaux, ce ne serait plus l'animal qui digérerait, mais un végétal cryptogamique qui le ferait pour lui, en ne laissant au premier que l'absorption à opérer.

En fait, tout cela se réduit à ce que de la coexistence de la liquéfaction de la cellulose avec la présence des bactériens, on conclut à la *digestion*, à une *digestibilité* de la première par les seconds : digestion extérieure et de contact, qui laisse comme excrément pour elle-même ce qu'elle *digère*, qui ne l'absorbe pas, le laissant absorber par l'intestin, ou le faisant fermenter ailleurs. Mais tant qu'on ne dit pas quel est le mécanisme moléculaire ou chimique de ce *contact* prétendu digestif, on ne dit rien, si ce n'est qu'en important là l'idée et le mot de *digestion* à la désignation d'actes *extérieurement accomplis par des plantes* (en supposant qu'ils leur soient dus), on montre qu'on n'a pas notion de ce que sont les actes intestins de digestion, depuis les animaux infusoires ciliés et flagellés jusqu'à l'homme. Rien de plus certain, en effet, que le fait de la *liquéfaction* des aliments solides, qui caractérise essentiellement la digestion, précède et rend possible l'absorption, a lieu sans intervention de *bactériens*, non seulement dans les Infusoires et les Rhizopodes, mais encore chez nombre d'autres animaux. A chaque genre d'aliment son végétal cryptogamique comme agent de *digestion*, même quand cet aliment est végétal, est une hypothèse qui n'est pas applicable ici.

Une *action dissolvante* exercée par contact d'un bactérien solide, sans imbibition possible, reste scientifiquement incompréhensible. L'imbibition des cellules et des fibres des aliments animaux et végétaux rendue évidente par leur turgescence et leur gonflement, précédant leur ramollissement et leur fluidification pendant la digestion, fait au contraire comprendre une modification chimique de celles-là consécutive à cette endosmose : modification soit dissolvante, soit fluidifiante, variant avec chacune des humeurs en jeu, gastrique, duodénale, biliaire, etc.

On comprend que dans le sang les bactéries, agissant comme ferments, l'altèrent en lui prenant et lui fournissant divers

composés simultanément ; mais en présence des diversités d'altérations au sein desquelles on les trouve, on ne comprendrait rien à une action dissolvante de ces solides sur le sang, opérée par simple contact avec celui-ci, sans un dissolvant excrété par elles.

Ainsi, de même que, dans l'ordre pathologique, on a fait les bactériens, qui peuvent vivre sur l'homme malade, cause de fièvres remittentes, urineuses, et d'autres affections, le cryptogame du même genre qui naturellement peut vivre dans les matières en digestion a été dit cause de cette fonction. Comme la digestion est une dissolution pour certains aliments, et pour d'autres une *liquéfaction*, un passage chimique de solides à l'état liquide, dans le cas des chairs, des os, des celluloses, des fécules, par exemple, à une première supposition s'ajoute sans peine la seconde. Il n'en coûte pas plus ensuite de dire que, dans la germination des graines, c'est par *digestion* aussi que s'accomplit le passage à l'état liquide de l'albumen et des cotylédons. Mais il n'y a là que la désignation par le nom d'une fonction qui a un sens bien défini dans la science, de phénomènes qui ont un tout autre caractère.

Il n'est pas nécessaire d'insister pour montrer dans quel degré de confusion antiscientifique jette l'esprit cette importation de termes d'une branche de la biologie dans l'autre, lorsque, au lieu de phénomènes physiologiques généraux, communs à tous les êtres, tels que l'absorption, la fécondation, etc., il s'agit de fonctions et d'appareils pour les remplir qui ne se trouvent que sur les animaux seulement.

Certainement, il est probable que les actes intimes de la liquéfaction digestive, sont chimiquement de même ordre que ceux qui se passent lors de la liquéfaction des cotylédons et de l'albumen des graines pendant et après la germination ; mais les conditions intestinales d'une part, terrestres de l'autre, qui les déterminent, sont différentes, et rien ne prouve encore que le *contact* des *bactériens* en soit la cause commune.

RECHERCHES

SUR

L'ORIGINE RÉELLE DES NERFS CRANIENS

(Suite. — 6e article.) (1).

Par M. le Dr Mathias DUVAL

PLANCHES XXXVII ET XXXVIII (XI et XII du mémoire de l'auteur).

Nous avons exposé précédemment les raisons qui rendaient nécessaire l'étude des origines des *nerfs pathétiques* sur des coupes longitudinales et horizontales de la région supérieure de l'isthme de l'encéphale. Afin que cette étude puisse être suivie parallèlement à celle que nous avons faite sur des coupes horizontales, nous donnerons d'abord ici la description des préparations obtenues en sectionnant longitudinalement l'encéphale du chat et celui de l'homme.

Les figures 1 et 2 de la pl. XI représentent des coupes horizontales faites sur la partie inférieure des tubercules quadrijumeaux (TQ.) du chat; la fig. 1 est la coupe la plus superficielle (ou supérieure); la fig. 2 est une coupe plus profonde dans sa moitié droite, plus profonde encore dans sa moitié gauche. Dans la fig. 1, la coupe passe précisément au niveau de l'émergence du nerf pathétique (en X); on voit ce nerf, suvi de son origine apparente (en X) vers la profondeur, s'entre-croiser avec son congénère du côté opposé (en 6), puis venir s'implanter dans les parties latérales de la substance grise (en VI) qui entoure le canal central (aqueduc de Sylvius largement ouvert dans la quatrième venticule). En avant (en bas dans la figure) de ce faisceau VI, qui représente la coupe du pathétique, on voit

(1) Voy. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* (sept. 1876; — mars et nov. 1877; — janvier et juillet 1878.)

(en V) un long faisceau de fibrilles qui n'est autre chose, comme le démontrera la coupe suivante, que la partie toute supérieure de la racine supérieure du trijumeau : nous voyons ici cette racine aller en avant (en bas dans la figure) jusque vers la commissure postérieure (C P.) des couches optiques; dans ce trajet, elle présente les particularités suivantes : 1° elle passe en dedans de petites bandelettes fasciculées de tubes nerveux, lesquelles sont sectionnées ici perpendiculairement à leur axe (en *b*) et descendent de la substance grise des tubercules quadrijumeaux dans les parties supérieures des pédoncules cérébraux ; 2° elle est toujours, mais surtout en arrière, accompagnée de grosses cellules nerveuses vésiculeuses (en 5), précédemment signalées, et sur la description et l'histoire desquelles nous reviendrons plus loin ; 3° elle paraît envoyer, pendant son trajet, un certain nombre de ses fibres dans la substance grise des tubercules quadrijumeaux.

Dans la fig. 2, dont la moitié droite représente une coupe faite à un niveau supérieur à celui de la moitié gauche, il est facile dans cette moitié droite de reconnaître (en V) cette racine supérieure du trijumeau, car ici nous pouvons la suivre en arrière (en haut dans la figure) jusque sur le bord interne du pédoncule cérébelleux supérieur (P S.), et nous avons ici, en coupe longitudinale, les mêmes dispositions que celles données en coupes transversales dans les figures 1 et 2 de la pl. IX. Au côté externe de cette racine supérieure du trijumeau, en avant du pédoncule cérébelleux supérieur (en VI, fig. 2, pl. XI), on voit le nerf pathétique, dont le faisceau radiculaire est ici coupé parallèlement à la direction de ses fibres, c'est-à-dire que nous avons ici sous les yeux la branche moyenne du fer à cheval décrit par le pathétique (voy. le mémoire précédent. — Juillet 1878, p. 456), laquelle branche est dirigée longitudinalement, c'est-à-dire parallèlement à l'axe du système nerveux central (comparez pl. IX, fig. 4, en VI).

La moitié gauche de cette même figure (fig. 2, pl. XI), appartenant à une zone plus profonde, nous montre les mêmes parties que précédemment, mais dans les rapports qui correspondent

à ce niveau plus profond : ce sont, en effet : 1° la racine supérieure du trijumeau (en V') ; située cette fois tout à fait sur les côtés du quatrième ventricule ; 2° le pédoncule cérébelleux supérieur, qui, en descendant, se rapproche de la ligne médiane, et marche vers sa décussation avec le pédoncule du côté opposé ; 3° les fibres radiculaires du pathétique, saisies ici au moment où elles décrivent la branche antérieure de leur trajet en fer à cheval, et arrivent à leur noyau (en 6, fig. 2. Comparez avec la fig. 5 de la pl. IX) : ce noyau ovalaire est situé dans une dépression de la bandelette longitudinale postérieure (H L.) de l'étage supérieur des pédoncules (*Hintere langsbundel* de Meynert et Huguenin) (1).

Ces coupes longitudinales confirment donc de point en point ce que nous avaient précédemment montré chez le chat des coupes transversales, et particulièrement les faits relatifs : 1° à l'indépendance entre les fibres radiculaires du pathétique et celles de la racine supérieure du trijumeau, cette dernière passant en dedans des premières ; 2° à la décussation des pathétiques ; 3° à l'existence du noyau propre du pathétique.

Les coupes longitudinales pratiquées dans les mêmes régions de l'encéphale humain (fig. 3 et 4, pl. XI), seront d'une étude facile après celle que nous venons de faire à nouveau sur le chat, si l'on tient compte de ce fait : que, chez l'homme, la racine supérieure du trijumeau passe, non plus en dedans, mais en dehors du pathétique. Aussi n'avons-nous pas cru nécessaire de multiplier ici les figures, et nous les avons réduites à deux, dont l'une (fig. 3) montre la décussation des pathétiques, l'autre (fig. 4) les rapports des faisceaux radiculaires de ce nerf avec la racine supérieure du trijumeau.

Ces coupes n'ont pas été faites dans un plan dont la direction se rapproche de celle du plancher du quatrième ventricule ; le plan de ces deux coupes est au contraire un peu oblique de haut en bas et d'avant en arrière par rapport à ce plancher, de telle sorte que, leur partie antérieure passant au-dessus des

(1) Voyez Huguenin, *Anatomie des centres nerveux*. Traduction française. Paris, 1879.

tubercules quadrijumeaux (T Q.), leur partie postérieure ne laisse pas au-dessous d'elle la région bulbo-protubérantielle, mais comprend en plein cette région, jusque vers la substance gélatineuse de Rolando, développée au niveau de l'émergence de la cinquième paire (S C., fig. 3). Il en résulte que la racine ascendante du trijumeau, dont le trajet est précisément oblique dans le sens même de la coupe, peut ici être suivie sur une longueur considérable (V. fig. 3 et fig. 4) sur le côté interne du pédoncule cérébelleux supérieur (P S), lequel est coupé à peu près perpendiculairement à la direction de ses fibres, puisqu'il est légèrement oblique en sens inverse de l'obliquité du plan de la coupe, c'est-à-dire d'arrière en avant et de haut en bas.

Nous voyons donc dans la fig. 3 la racine supérieure du trijumeau depuis le point où elle rejoint (en S C) les racines moyennes de ce nerf (5), jusqu'au point où elle va passer en dehors des pathétiques, au niveau de leur décussation (X). — Puis, dans la fig. 4, nous retrouvons cette racine supérieure, montant (V) sous les tubercules quadrijumeaux jusque vers la commissure postérieure (C M), en passant en dehors des faisceaux radiculaires (VI) du pathétique, qui sont ici coupés perpendiculairement à leur direction, ainsi qu'on le comprendra facilement en comparant cette figure avec la fig. 9 de la pl. X.

Une coupe un peu inférieure à celle représentée par la fig. 4 nous aurait montré cette racine du pathétique en connexion avec son noyau; comme ces dispositions ne diffèrent pas de ce que nous avons étudié chez le chat quelques lignes plus haut, nous n'avons pas jugé nécessaire de reproduire par le dessin la coupe correspondante de l'encéphale humain, d'autant que nous avions encore nombre de dessins à emprunter à l'anatomie comparée de cette partie de l'encéphale, pour trancher quelques questions qui vont surgir par l'étude historique et critique des origines du pathétique.

Dans le mémoire précédent, nous nous sommes arrêtés, dans notre revue historique, aux travaux de Vulpian et de Stilling. Nous avons vu que, dès lors, le véritable noyau du pathétique

était signalé, mais qu'à tort on attribuait aussi à ce nerf des fibres qui appartiennent à la racine supérieure du trijumeau; nous avons vu que, de même, la décussation dans la valvule de Vieussens était reconnue, mais que, pour la plupart des auteurs, elle était seulement partielle et même formée de la plus petite partie des fibres. Or, comme l'historique dont nous allons reprendre ici la suite va nous montrer sur ces deux questions essentielles, même après les travaux de Meynert, les contradictions les plus absolues, nous avons cru nécessaire de chercher dans l'étude des coupes longitudinales une nouvelle série de preuves à l'appui de la décussation des pathétiques et de leur indépendance à l'égard de la racine supérieure du trijumeau.

Voici comment s'exprime Luys au sujet de l'origine réelle de la quatrième paire (1) :

« Les fibres des nerfs pathétiques implantées sur l'axe au-dessous des tubercules quadrijumeaux inférieurs, n'ont pas un long trajet à parcourir pour arriver à leur destination. Les fascicules primitifs se divisent rapidement en fibrilles secondaires, lesquelles vont, en suivant une direction transversale de dehors en dedans, se perdre au milieu des deux amas de substance grise qui leur appartiennent, située de chaque côté de la ligne médiane, en avant de la substance grise de la région centrale. »

En s'en tenant à cette description, on pourrait croire que Luys décrit ici les noyaux propres des pathétiques; mais, en examinant la fig. 3 de sa pl. IX, à laquelle renvoie son texte, on constate que ces deux amas de substance grise, appartenant à la quatrième paire, situés de chaque côté de la ligne médiane, ne sont autre chose que les amas de cellules pigmentées appartenant au trijumeau, et situés aux extrémités latérales de la coupe de l'aqueduc de Sylvius. (Voy. Luys, *Atlas*, pl. IX, fig. 3, en 5,5 et 6,6.)

Quant à un entre-croisement des racines du pathétique, l'auteur signale comme inconstante et partielle une disposition

(1) Luys, *op. cit.*, 1865, p. 98.

de ce genre, car il ajoute seulement en note : « J'ai rencontré quelquefois une certaine série de fibres du pathétique passant en arrière des précédentes et paraissant se perdre dans la substance grise du côté opposé, après s'être entre-croisées sur la ligne médiane, en arrière de la cavité de l'aqueduc de Sylvius. »

Parmi les auteurs qui se sont occupés avec le plus de soin de chercher dans l'anatomie comparée des détails propres à éclairer la question de l'origine des nerfs crâniens, il faut citer en première ligne Ludw. Stieda, dont divers mémoires ont paru successivement, dans le journal de Siébold et Kœlliker, sur le système nerveux central des oiseaux, des mammifères, des batraciens, etc. Or, il est curieux de voir cet anatomiste avouer tout d'abord qu'il n'a pu trouver le noyau du pathétique, puis arriver à prendre pour ce noyau les traînées de cellules vésiculeuses appartenant à la racine supérieure du trijumeau.

Dans un premier mémoire (1869) sur le système nerveux des oiseaux et sur l'encéphale du rat (1) : « La valvule de Vieussens, dit Stieda, renferme des fibres blanches transversales; dans sa partie moyenne, ces fibres sont doublées par des tractus blancs très nets, qui représentent les racines des pathétiques; mais je n'ai pu suivre ces fibres radiculaires jusqu'à leur véritable point d'origine. » — Notons que ces recherches ont été faites sur l'encéphale du rat et que, chez cet animal, l'extrême exiguïté du pathétique en rend la recherche très délicate, en même temps que ses fibres radiculaires présentent avec la racine ascendante du trijumeau une intrication telle, qu'il est très difficile de faire la part de ce qui revient à chacun de ces nerfs; c'est là une disposition commune à tous les rongeurs que nous avons étudiés, et sur laquelle nous aurons à revenir à propos de l'étude du pathétique chez le lapin.

Dans un second mémoire, consacré au système nerveux des

(1) Ludw. Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Saugethiere. (*Zeitschrift. f. wissenschaftl. Zool.* 1869.) — Das centr. Nervensyst. der Maus, p. 78-79.

mammifères en général et du chien en particulier (1), Stieda distingue bien les fibres radiculaires du pathétique et la racine supérieure du trijumeau ; mais, en fait de groupes de cellules ganglionnaires, c'est-à-dire en fait de noyaux d'origine, il n'a vu que les cellules appartenant à la racine supérieure du trijumeau, et cela aussi bien chez le chien (p. 95 du mémoire cité) que chez le chat (p. 100, *ibid.*) ; il donne, d'après une coupe sur le mésocéphale de ce dernier animal, une figure qui ne saurait laisser aucun doute (voy. fig. 44 du mémoire cité, 1870) sur la véritable signification de sa description, dont voici, du reste, la traduction :

« La petite racine du trijumeau prend naissance dans un groupe de cellules qni donne en même temps origine au pathétique : ce noyau du pathétique se prolonge par sa partie postérieure le long des pédoncules cérébelleux inférieurs sur les côtes du quatrième ventricule... Les cellules de ce noyau se distinguent par leur forme ronde ou elliptique, et par la présence d'un ou de deux prolongements assez courts : leur diamètre est de 40 μ., leur protoplasma très homogène : elles sont disposées en une double rangée verticale s'étendant en arrière jusqu'au niveau de l'origine du trijumeau, en avant jusqu'à la région des tubercules quadrijumeaux antérieurs. Cependant le nombre de ces cellules n'est pas très considérable, puisqu'on n'en compte guère que deux ou trois dans chaque coupe. » (Suit la description de l'entre-croisement du pathétique dans la valvule de Vieussens.)

Stieda a donc méconnu le véritable noyau du pathétique, déjà si nettement indiqué par Stilling, dont il connaissait bien la description, mais dont il avait peu compris les figures ; en effet, Stieda, en résumant ses propres recherches avec quelques aperçus historiques sur la question, s'exprime ainsi (*op. cit.*, 1870, p. 128) :

« Quant à savoir si les auteurs qui, comme Stilling et Kœlliker,

(1) Ludw. Stieda, Stud. üb. das cent. Nerv. syst. der Wirbelthiere. (*Zeitsch. f. wissensch. Zool.* 1870. T. XX.) — Das centrale Nervensystem der Kaninchen, p. 76, 77 et 78

parlant du noyau du pathétique, désignent ainsi le même groupe de cellules que j'ai décrit sous ce nom, c'est une question qui ne me paraît pas encore absolument claire; je pencherais même à penser que le « noyau supérieur du trijumeau » de Stilling n'est autre chose, au moins en partie, que « mon noyau du pathétique. »

Ce sont surtout ces doutes, élevés par un anatomiste en général si exact, qui nous ont décidé à reprendre, comme nous l'avons fait dans les pages précédentes, l'étude des origines du pathétique au moyen de coupes longitudinales. C'est également la lecture de ce même auteur qui nous a amené à entreprendre des recherches sur le cerveau de la taupe, recherches pleines d'intérêt, car elles nous ont montré chez cet animal l'absence de toutes les masses grises centrales qui sont, chez les autres mammifères, en rapport avec l'appareil de la vision (centres sensitifs et centres moteurs); nous détacherons ici de ces recherches seulement les résultats qui sont relatifs au nerf de la quatrième paire.

Mais rappelons d'abord que Stieda, décrivant le mésocéphale de la taupe, s'exprime d'une manière au moins singulière sur les origines du nerf pathétique chez cet animal : « Le noyau du pathétique, dit-il, est très développé et formé par les cellules ovoïdes décrites pour les animaux précédents : les rapports de ce noyau avec la petite racine du trijumeau sont évidentes, et se présentent comme chez les autres mammifères; mais je n'ai pu voir de nerf pathétique (1). » — Ainsi voilà un nerf dont on ne trouve pas les racines émergentes, qui en réalité n'a pas de racine, n'existe pas chez cet animal, pas plus du reste que le moteur oculaire commun, que le moteur oculaire externe, et qui cependant a un noyau pathétique très évident et très développé. C'est une remarque qui n'a pas échappé à Forel, dans sa remarquable étude critique *Sur la région de la calotte* (2); mais ce dernier auteur, qui se contente de mettre Stieda en

(1) Stieda, *op. cit.* 1870 (Zeitsch. f. Wiss. Zool, t. XX), pg. 103. (Der Maulwurf.).
(2) Forel. Untersuchungen uber die Haubenrégion (Arch. f. Psychiatrie 1877). Bd. VII, pg. 393.

contradiction avec lui-même, ne paraît pas avoir entrepris pour son propre compte des recherches sur l'encéphale de la taupe.

La figure 3 de notre planche XII représente une section du mésocéphale de la taupe : cette section a été faite selon un plan perpendiculaire à l'axe du système nerveux central, mais avec une légère obliquité en bas et en arrière, de sorte que la coupe intéresse en haut les tubercules quadrijumeaux, tandis qu'en bas elle passe seulement au niveau de l'émergence de la cinquième paire (voyez la moitié droite de la figure); grâce à cette obliquité, qui est précisément celle du trajet de la racine supérieure du trijumeau, cette racine peut être suivie tout entière dans deux coupes qui ont été réunies ici en une seule figure, la coupe inférieure étant représentée dans la moitié gauche, la coupe supérieure dans la moitié droite de la figure 3.

On voit ici combien cette racine supérieure du trijumeau est développée chez la taupe, et comment les cellules vésiculeuses qui lui appartiennent sont disposées d'abord en un amas considérable sur les côtés de la partie supérieure du plancher du quatrième ventricule (en *a*), puis en trainées éparses le long des fibres radiculaires, quand celles-ci pénétrent dans les tubercules quadrijumeaux (en 5', côté droit de la figure). Dans ce trajet, la racine en question passe contre le bord interne du pédoncule cérébelleux supérieur (P S), elle est en contact (en V) avec l'insertion des bords de la valvule de Vieussens (*v v*, côté gauche de la figure). C'est dans ce dernier point que devrait apparaît le nerf pathétique, s'il existait ; mais, sur les nombreuses préparations d'encéphale de taupe que nous avons conservées, on ne trouve aucune trace des fibres radiculaires ni du noyau propre de ce nerf : sur des coupes longitudinales, nous nous sommes également assurés de l'absence de ces parties.

Il est donc impossible, après l'étude du cerveau de la taupe, de méconnaitre l'indépendance du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau ; cette recherche d'anatomie comparée nous présente une sorte d'expérience toute faite, dans laquelle les parties qui appartiennent à la quatrième paire sont naturellement détruites pour laisser voir, dans tout leur développement,

celles qui appartiennent à la cinquième. Nous aurons du reste à revenir sur ces particularités, lorsque, à propos des hypothèses de Krause et des expériences de Merkel, nous chercherons quelle signification on doit attribuer à la racine supérieure du trijumeau.

Enfin cette étude sur le mésocéphale de la taupe nous dispense de réfuter la description donnée par Henle des origines du pathétique : cet auteur revient à peu près textuellement (1871) à Stilling ; nous nous contentons donc de reproduire ici les principaux traits de sa description (1). « Dans la partie antérieure de la valvule de Vieussens, dit-il, apparaissent de nombreuses fibres blanches transversales, représentant les faisceaux radiculaires du nerf pathétique. Ces racines, poursuivies de leur émergence sur le bord de la valvule jusque vers leurs origines, se divisent pour suivre trois directions différentes : les unes se dirigent transversalement, pénètrent dans la valvule de Vieussens, et après s'y être entre-croisées avec des fibres homologues du côté opposé, parviennent à l'autre bord de la valvule, pour y suivre l'une des deux autres directions : ces deux autres directions sont toutes deux perpendiculaires à la précédente, c'est à dire longitudinales ; mais l'une va d'avant en arrière, l'autre d'arrière en avant. Les fibres radiculaires qui vont d'avant en arrière sont les plus nombreuses, et forment un faisceau dont la coupe, d'abord circulaire, présente bientôt une forme semi-lunaire à concavité interne ; ces fibres vont ainsi jusqu'au *locus cœruleus* du trijumeau. Ces fibres entrent-elles en relation avec le noyau propre du trijumeau? C'est ce que je ne puis décider ; mais je puis affirmer avoir vu ces fibres du pathétique en connexion avec les cellules pigmentées du *locus cœruleus.* Les fibres radiculaires qui se dirigent d'arrière en avant (racines antérieures du pathétique) forment un fin faisceau obliquement recourbé en bas et en dehors, c'est à dire à convexité externe, de sorte que les coupes verticales longitudinales qui montrent les extrémités postérieure et antérieure de ce trajet, ne mon-

(1) J. Henle, *Anat. des Mensch.* (3e vol., *nervenlehre*, 1871, p. 239.)

trent pas sa partie moyenne. A peu près vers le milieu des tubercules quadrijumeaux antérieurs, ce faisceau pénètre dans un amas de cellules nerveuses situé immédiatement au-dessus de la formation réticulée et au-dessous de la substance gélatineuse qui entoure l'aqueduc de Sylvius. Ce groupe de cellules, *noyau trochléateur* de Stilling, touche au raphé par un bord interne ; ses dimensions sont de 1 millimètre et demi dans le sens transversal et de 1 millimètre dans le sens vertical. Il est difficile d'apprécier son diamètre antéro-postérieur, puisqu'en avant il se continue avec un noyau plus volumineux, celui de l'oculomoteur commun. Dans le noyau du pathétique, les cellules sont disposées par grappes de deux à cinq, elles présentent des prolongements très longs, semblables à des cylindres d'axe. »

Nous arrivons maintenant à l'auteur qui le premier a bien distingué l'une de l'autre et la racine supérieure du trijumeau et la racine propre, unique, du nerf pathétique : nous voulons parler de Meynert. Dans un premier travail, paru en 1867 (1), et qui est une véritable monographie des différents faisceaux qui se rencontrent au niveau des tubercules quadrijumeaux, cet anatomiste établit très nettement cette distinction en parlant du faisceau semi-lunaire qu'on rencontre sur le bord interne du pédoncule cérébelleux supérieure. (Voy. notre planche IX, fig. 1, en V ; et pl. X, fig. 8, en V.) « Ce faisceau, à coupe semi-lunaire, dit-il, n'est nullement une racine de la quatrième paire : la quatrième paire n'a qu'une seule et unique racine, celle que Stilling désigne sous le nom de racine antérieure. Les fibres de ce faisceau à coupe semi-lunaire représentent une racine du trijumeau, provenant des grosses cellules qui sont éparses dans la substance grise du quatrième ventricule, et dont j'ai démontré la présence jusqu'au-dessous des tubercules quadrijumeaux antérieurs. »

Dans un mémoire plus connu que le précédent, et publié en 1872 dans le manuel de Stricker (2), Meynert confirme sa précé-

(1) Meynert. — *Studien über die Bestandtheile der Vierhügel etc* (*Zeitschrift. f. wiss. Zoolg.* T. XVII. pg. 665. — 1867.)

(2) Th. Meynert. — *Vom Gehirne der Saugethiere* (Stricker : *Handbuch der Lehre von den Geweben.* Leipzig, 1872).

dente description ; il distingue pour le trijumeau trois ordres de racines : celles qui viennent d'en bas, celles qui viennent de la partie moyenne du plancher du quatrième ventricule, et enfin celles qui viennent d'en haut (racines supérieures ou descendantes de la cinquième paire). « Celles ci, dit-il *(op. cit.*, p. 775), prennent naissance, depuis la région des tubercules quadrijumeaux supérieurs jusqu'au niveau de l'émergence du nerf, dans de grosses cellules vésiculeuses répandues dans la région de la *calotte* (étage supérieur des pédoncules cérébraux); elles suivent la limite externe de la substance grise de l'aqueduc de Sylvius, et, formant un faisceau dont l'épaisseur augmente successivement d'avant en arrière, elles vont se placer sur le bord interne des pédoncules cérébelleux supérieurs ce faisceau, à coupe semi-lunaire, qui a été considéré par Stilling et par Deiters comme appartenant au pathétique, est accompagné, jusqu'à sa partie inférieure, par les grosses cellules vésiculeuses déjà indiquées. »

Dans son *Anatomie des centres nerveux*, Huguenin reproduit la description de Meynert, et insiste spécialement sur la fusion évidente de la racine en question avec le tronc même du trijumeau au niveau de son émergence (1).

Après les recherches de Meynert, dans lesquelles, nous avons à peine besoin de l'indiquer, la décussation des pathétiques est décrite comme totale et complète, après les travaux de vulgarisation de Huguenin, il semble que l'anatomie des origines de la quatrième paire devait être une question définitivement élucidée, et qu'aucune opinion contradictoire n'avait plus lieu d'être émise ni sur la distinction entre la racine supérieure du trijumeau et le pathétique, ni surtout sur la décussation de ce dernier dans la valvule de Vieussens. Il n'en fut rien cependant. Cherchant à contrôler par des expériences de vivisection les résultats si nets fournis par les coupes microscopiques, Exner vint, en 1874, jeter de nouveaux doutes sur la disposition de ces fibres radiculaires. Ce travail, à nos yeux, a été assez

(1) G. Huguenin, *Anatomie des centres nerveux* (Trad. franç., par Th. Keller et Math. Duval. Paris, 1879, pg. 192 et fig. 111.)

important ; aussi nous a-t-il décidé à reprendre encore une fois l'étude des origines du pathétique chez les rongeurs, sur le lapin, puisque c'est sur cet animal qu'Exner avait fait ses expériences : nous résumerons donc, aussi rapidement que possible, le mémoire en question (1).

Pour étudier l'entre-croisement des pathétiques décrit par Stilling et Meynert, nié par Schrœder von der Kolk, le résultat de l'examen microscopique a paru trop contestable à Exner, qui a préféré avoir recours à l'expérimentation. Cet auteur excite la valvule de Vieussens en plaçant l'un des électrodes sur la ligne médiane, l'autre à un millimètre en dehors de celle-ci. « Si, dit-il, il y avait décussation à ce niveau, le courant devrait provoquer des mouvements de rotation dans les deux globes oculaires ; or ce mouvement ne s'observe que dans l'œil correspondant au côté excité, à moins que le courant ne soit très fort et n'aille exciter par diffusion le nerf du côté opposé. »— Variant l'expérience, Exner sectionne, chez le lapin, les tubercules quadrijumeaux, la valvule de Vieussens et la moelle allongée sur la ligne médiane, et sépare les deux segments par une lamelle isolante, puis il excite le noyau d'origine du pathétique (au niveau du tubercule quadrijumeau inférieur) d'un côté, et détermine des mouvements dans le muscle trochléateur de l'œil du même côté. — Il en conclut que les deux nerfs pathétiques ne se décussent pas. »

C'est pourquoi nous avons repris, sur le lapin, l'étude de l'origine du nerf pathétique au moyen d'une double série de coupes, les unes transversales, les autres longitudinales.

Nous ne donnerons pas ici la description des coupes transversales : elles reproduisent, en effet, exactement ce que nous avons décrit et figuré (voy. pl. IX, fig. 6) pour le nerf pathétique du rat; c'est-à-dire que, d'une part, il y a entre-croisement complet dans la valvule de Vieussens, et que, d'autre part, la racine supérieure du trijumeau, au lieu de passer en dedans des fibres radiculaires du pathétique, comme chez les carni-

(1) S. Exner, *Ein Versuch über Trochlearis-Kreuzung.* (*Sitzber. der Wiener Akad.* Vol. LXX, 1874, p. 151.)

vores (Chat., pl. IX, fig. 2 et 3), ou en dehors, comme chez l'homme, traverse directement les racines mêmes de la quatrième paire, et se trouve en ce point en apparence complètement mêlée à ces fibres motrices.

C'est cette disposition, encore plus nettement accusée sur les coupes longitudinales, que nous avons cru devoir, pour jeter un nouveau jour sur cetre question, représenter dans les figures 1 et 2 de la planche XII. Nous voyons d'abord dans la fig. 1 (coupe longitudinale faite à la base des tubercules quadrijumeaux du lapin) que les deux pathétiques s'entre-croisent complètement (en 6), celui du côté droit allant émerger à gauche, et réciproquement. Nous voyons, de plus, qu'au moment où le pathétique quitte sa direction longitudinale pour se porter transversalement dans la valvule de Vieussens (en VI), il est traversé par de petits fascicules blancs (V) qu'il est facile, sans plus ample description, de reconnaître pour la racine supérieure du trijumeau, en comparant simplement cette figure (fig. 1, pl. XII) avec les figures 1 et 2 de la planche XI.

Mais, malgré cette intrication, les deux ordres de fibres radiculaires restent parfaitement distincts, comme le montre l'examen à un plus fort grossissement (voy. pl. XII, fig. 2); il est alors, en effet, facile de distinguer, au milieu de la coupe circulaire du gros faisceau du pathétique (VI), les fibres radiculaires du trijumeau groupées en un ou deux fascicules bien délimités (V, V), et toujours accompagnées des grosses cellules vésiculeuses caractéristiques (5, 5).

Sur ces deux questions, indépendance du trijumeau et du pathétique, et décussation complète de ce dernier, l'anatomie fournit donc des résultats incontestables et absolument contraires aux conclusions d'Exner, même chez le lapin, malgré les dispositions qui, chez ce dernier animal, comme chez les autres rongeurs, rendent plus difficile l'étude de ces fibres radiculaires. Comment donc expliquer les résultats obtenus par ce physiologiste? C'est que, sans doute, dans l'une comme dans l'autre de ses expériences, il n'a excité que le pathétique après sa décussation et non l'émergence même ou le noyau de

ce nerf. Nous nous proposons de reprendre ces expériences ; mais, en attendant, nous avons trouvé dans un mémoire de Chauveau (1) une réponse si péremptoire aux assertions d'Exner, que nous nous trouvons particulièrement heureux, en présence de tout ce qu'a de délicat l'expérimentation par l'excitation électrique, d'invoquer ici le témoignage d'un physiologiste dont la compétence et l'habileté sont bien connues pour les recherches de ce genre sur le système nerveux. Dans ses recherches sur l'excitation des nerfs moteurs crâniens, Chauveau a constaté que, pour tous ces nerfs, l'électrisation des racines et l'électrisation des origines apparentes donnent des résultats bien différents, pour le pathétique en particulier (*op. cit.*, p. 275). « — L'électrisation du cordon intra-crânien mis à nu provoque toujours la tétanisation du muscle grand oblique de l'œil, déterminant, quand elle est intense, un mouvement de rotation du globe oculaire.—Jamais l'électrisation n'a été suivie d'effet quand j'ai appliqué les excitateurs au pourtour du point d'implantation du cordon nerveux, soit sur le tubercule *testis*, soit sur la valvule de Vieussens, soit sur le *processus cerebelli ad testes*, soit sur le ruban de Reil. » — Or, lorsque, comme l'a fait Exner, on excite la valvule de Vieussens en plaçant l'un des électrodes sur la ligne médiane et l'autre à un millimètre en dehors de celle-ci (par exemple à droite), on porte l'action d'une part sur la portion libre du pathétique droit et sur l'origine apparente du pathétique gauche, et, d'après la loi de Chauveau, il doit y avoir excitation du premier et rien sur le second, donc un mouvement seulement du globe oculaire droit : c'est ce qu'a observé en effet Exner; mais ce résultat, confirmation de la loi physiologique de Chauveau, n'infirme en rien les données anatomiques, du reste si précises et si incontestables pour quiconque aura examiné cette question sur de bonnes préparations.

Nous devions réfuter les conclusions d'Exner, parce qu'elles n'ont pas été sans influence sur le peu de cas que la plupart

(1) A. Chauveau, *Recherches physiologiques sur l'origine apparente et l'origine réelle des nerfs moteurs crâniens.* (*Journal de physiologie*, 1862, p. 272.)

des auteurs ont fait des descriptions de Stilling, et que c'est ainsi que, même après les travaux de Meynert, la question de la décussation des pathétiques a, encore une fois, été reléguée au rang des hypothèses anatomiques non démontrées (1).

Il est cependant, pour ceux qui ne pourraient avoir recours à l'étude des coupes microscopiques, un moyen aussi simple que démonstratif de se convaincre de la décussation des nerfs pathétiques : c'est l'étude de ces nerfs, par simple inspection (sans faire de dissection) de la valvule de Vieussens sur des cerveaux d'enfants à terme, ou mieux de fœtus au 7e ou 8e mois. On sait, en effet, que les fibres nerveuses des racines acquièrent leur gaîne de myéline avant les fibres des cordons qu'elles traversent, c'est-à-dire que les racines des nerfs rachidiens ou crâniens se laissent de bonne heure distinguer par leur couleur blanche au milieu des autres parties encore à l'état gris. C'est ce qu'il est facile de constater pour le pathétique, qui, chez le fœtus hu-

(1) Nous citerons comme exemple le passage suivant, emprunté à Poincarré (*Le système nerveux périphérique*, 1876, p. 236) : « Le nerf pathétique naît sur les côtés de la valvule de Vieussens... Il est, par conséquent, très rapproché du centre ordonnateur de tous les mouvements mis au service de l'exercice de la vision. Stilling et Meynert prétendent qu'au moment de leur naissance, les deux pathétiques s'entre-croisent au niveau même de la valvule de Vieussens. Cet entre-croisement, que Schrœder van der Kolk déclare n'avoir pas pu constater dans ses dissections, est nié par Exner, parce que l'électrisation de la valvule de Vieussens ne met pas les deux yeux simultanément en relation. »

De tous les ouvrages français récemment publiés sur l'anatomie du système nerveux, c'est seulement dans la nouvelle éditition du *Traité d'anatomie* du professeur Sappey que nous trouvons les origines du pathétique décrites comme formées par une seule racine, venant du noyau propre et s'entre-croisant dans la valvule de Vieussens avec la racine homologue du côté opposé. (Voy. Sappey, 3e édit., t. III, 1877, p. 296.) — Cette description a été faite d'après les pièces que nous avions communiquées à M. le professeur Sappey. — Dans la nouvelle édition du *Traité d'anatomie* de Cruveilhier (Paris, 1879), on trouve encore des doutes sur la décussation : « Souvent les nerfs des deux côtés sont unis par des stries blanches, qui constituent une sorte de commissure transversale » (*op. cit.*, t. III, p. 529); de plus, des fibres radiculaires sont décrites comme provenant de plusieurs origines (confusion du pathétique et de la racine supérieure dn trijumeau) : « ... D'autres fibres radiculaires se coudent à angle droit, deviennent antéro-postérieures et forment un gros faisceau arrondi, qui passe en dehors du *locus cæruleus*, et peut être suivi jusqu'au voisinage du noyau du trijumeau; suivant Henle, il est certain que quelques-unes de ces fibres se terminent dans les cellules nerveuses du *locus cœruleus*. Les racines antérieures enfin, réunies en un certain nombre de petits faisceanx, se dirigent en avant et en bas, etc. (racine vraie du pathétique). »

main, au milieu de la valvule de Vieussens encore entièrement grise, présente un tractus transversal d'une blancheur éclatante, dans lequel l'examen, au moyen d'une simple loupe, permet de reconnaître un chiasma parfaitement évident. Cette étude est encore plus facile à faire sur les encéphales d'agneau ou de chien à terme (1).

Il nous reste, comme nous l'avons annoncé au début de ce mémoire, à donner avec plus de détails une description comparative des cellules du noyau propre du pathétique et des cellules qui sont associées, sur tout son trajet, à la racine supérieure du trijumeau. Les figures 4 et 5 de la planche XII nous rendront facile cette description. (Ces deux figures sont à un même grossissement : 220 diam.)

Les cellules du noyau propre du pathétique (fig. 4) présentent les caractères bien connus des éléments propres des noyaux moteurs : elles sont multipolaires; la plupart de ces prolongements sont fins et ramifiés; les bords qui circonscrivent le corps de la cellule, entre deux prolongements, sont concaves et plus ou moins fortement échancrés.

Au contraire, les cellules qui sont éparses sur le trajet de la racine du trijumeau (fig. 5) présentent partout des bords convexes, d'où le nom de *cellules vésiculeuses* qui leur a été donné par la plupart des auteurs. Elles ne paraissent avoir qu'un seul prolongement, lequel est relativement volumineux, et ne se ramifie qu'à une certaine distance de la cellule. De plus, ces cellules sont plus volumineuses que les précédentes, et elles

(1) Même sur l'éncéphale de mouton adulte, vu la minceur et la transparence de la valvule de Vieussens, cette constatation est facile, ainsi que l'avait si bien observé Vulpian : « L'étude de l'origine de la quatrième paire, chez les animaux, offre un assez grand intérêt. S'il y a une chose surprenante dans l'ordre de faits qui nous occupent, c'est que les anatomistes n'aient point proclamé que les nerfs pathétiques naissaient toujours par une commissure : c'est ce qu'ils auraient fait, s'ils avaient recherché l'origine de ces nerfs chez quelques animaux ; chez tous, en effet, on trouve une bande transversale blanche, fasciculée, qui paraît aboutir de chaque côté au pathétique correspondant..., etc. (Philippeaux et Vulpian, *Essai sur l'origine de plusieurs paires de nerfs crâniens*, 1853, p. 16.) — Cependant, d'après ces auteurs, pour l'homme en particulier, « des origines du pathétique, les unes sont directes, elles sont du petit nombre; les autres s'entre-croisent dans la valvule de Vieussens : ce sont les plus nombreuses. » (*Id.*, *ibid.*)

présentent une masse pigmentaire (fig. 5) très accentuée et très caractéristique ; ce pigment est jaune chez les jeunes sujets, noir chez l'adulte.

Les caractères de ces cellules et leur grande conformité avec celles qui constituent dans la moelle les colonnes de Lockart Clarke peuvent donner, et ont, en effet, donné lieu à diverses hypothèses sur les fonctions probables de cette racine du trijumeau, hypothèses sur lesquelles nous ne donnerons ici qu'un très rapide aperçu, l'étude expérimentale des fonctions de cette racine étant de notre part l'objet de recherches spéciales que nous publierons ultérieurement. (Nous ne parlerons pas non plus ici des questions de physiologie qui se déduisent des faits anatomiques sur l'origine et l'entre-croisement des pathétiques, réservant cette étude pour le moment où nous examinerons les noyaux du moteur oculaire commun et leur connexion avec ceux de la quatrième paire.)

Rappelons d'abord que, d'après Pierret (1), les fibres sensitives des racines postérieures des paires nerveuses lombaires et dorsales se rendraient dans les colonnes de Lockart Clarke; en admettant cette hypothèse, qui reste encore à démontrer, la racine supérieure du trijumeau serait une racine sensitive du même ordre que les parties correspondantes des nerfs lombaires et dorsaux. Nous pensons que cette interprétation aurait son côté intéressant, en renversant cependant l'ordre de la démonstration, c'est-à-dire que, si la nature sensitive de la racine supérieure du trijumeau était bien prouvée, comme les cellules vésiculeuses en question appartiennent bien à cette racine, il en résulterait que les cellules de la colonne médullaire de Lockart Clarke seraient bien en connexion avec les racines postérieures des nerfs lombaires et dorsaux, selon l'hypothèse de Pierret.

D'autre part, on sait que, d'après une conception du reste tout à fait hypothétique, nombre d'anatomistes, et particulière-

(1) Pierret. — *Recherches sur l'origine réelle des nerfs de sensibilité générale dans le bulbe rachidien et la moelle épinière.* (*Comptes rendus, Acad. des Sciences*, 27 nov. 1876.)

ment Jacubowitsch, ont considéré les cellules de la colonne latérale de la moelle comme donnant naissance aux nerfs sympathiques. Aussi, les cellules semblables qu'on rencontre dans la substance grise de l'aqueduc de Sylvius ont-elles été décrites par Jacubowitsch comme des cellules sympathiques : « Sur les coupes perpendiculaires à l'aqueduc de Sylvius, dit cet auteur (1), on voit la substance grise former autour de ce canal une masse en forme de cœur de carte à jouer, dont la pointe est tournée en bas... Vers cette pointe se trouve un double amas de cellules motrices (noyaux de l'oculo-moteur commun)... Sur les limites latérales de ce cœur, sont éparses ou réunies par groupes de deux ou trois des *cellules sympathiques* de la première catégorie, c'est-à-dire relativement volumineuses, se colorant fortement par l'acide chromique; leurs prolongements vont en partie dans une commissure... » Mais, du reste, Jacubowitsch n'a pas constaté les connexions de ces cellules avec une racine du trijumeau, et, par suite, n'a pu penser à les considérer comme le centre des fibres sympathiques (vaso-motrices ou trophiques) que renferme la cinquième paire.

Cette dernière hypothèse a été récemment formulée par Merkel, et a été l'objet de nombreuses recherches expérimentales de la part de cet auteur; vu l'importance du mémoire où sont consignées ces recherches, vu de plus les confirmations qu'il apporte aux faits anatomiques ci-dessus établis, nous croyons devoir en donner ici un résumé assez détaillé (2).

Meynert, dit Merkel, décrit comme racine sensitive antérieure du trijumeau un faisceau de fibres émanant du tubercule quadrijumeau antérieur et présentant sur son trajet de grosses cellules ganglionnaires : les auteurs antérieurs avaient rattaché ce faisceau au pathétique. Merkel se range à l'avis de Meynert, et considère ce faisceau comme une des racines du trijumeau. « Les premières origines se voient, dit-il, dans l'espace qui

(1) N. Jacubowitsch, *Mittheilungen uber die feinere stuctur des Gehirns und Ruckenmarks*. — Breslau, 1857, pg. 37 et 38.

(2) J. Merkel, *Die trophische Wurzel des Trijeminus*. (*Unters d. Anat. Instit. zu Rostock*, 1874, et *Centralblat*, 1874, p. 902.)

existe entre la substance gélatineuse qui enveloppe l'aqueduc de Sylvius et la masse même du tubercule quadrijumeau. Ce sont d'abord des fibres excessivement minces qui aboutissent à des cellules ganglionnaires vésiculeuses, d'où elles sortent par l'extrémité opposée sous forme de fibres au contraire très larges. » (*Op. cit.*, p. 5.) Ces cellules offriraient donc deux prolongements *principaux* (dans le sens de Deiters, c'est-à-dire deux prolongements de cylindre-axe). Merkel y voit une nouvelle confirmation de l'opinion qu'il avait déjà avancée, à savoir : que les cellules bipolaires, disposées sur le trajet d'une fibre, la laissent émerger beaucoup plus large à la sortie qu'à l'entrée (appareils de renforcement). — « Ces fibres, continue Merkel, descendent toujours en côtoyant la substance centrale gélatineuse, jusqu'au niveau des noyaux réunis de l'oculo-moteur et du pathétique ; là, elles s'accolent à la racine du pathétique, sans cependant se confondre avec elle ; arrivées à la limite des tubercules quadrijumeaux et de la valvule de Vieussens, près de l'origine apparente du pathétique, elles prennent, sur une coupe transversale, une forme semi-lunaire, pour, arrivées au niveau du noyau moteur de la cinquième paire, s'infléchir et cheminer avec les autres racines du trijumeau. »

Mais, tandis que Meynert considère cette racine comme une racine sensitive, et sensitives aussi les cellules disposées sur son parcours, Merkel en fait une racine trophique ; il s'appuie, d'une part, sur ce fait clinique : que les troubles trophiques de l'œil résultent de lésions du trijumeau, même quand cette lésion est intra-cérébrale ; il invoque aussi l'expérimentation. Chez le lapin, les fibres du trijumeau, provenant du tubercule quadrijumeau, ne se confondraient pas avec les racines sensitives, mais chemineraient à leur bord interne ; aussi, l'auteur aurait-il réussi, dans un cas, à détruire la racine sensitive, sans léser les fibres (trophiques) provenant du tubercule quadrijumeau ; dans ce cas, l'œil correspondant présenta une anesthésie complète presque sans troubles trophiques.

« Ce serait là, dit Merkel, la première fois qu'on aurait réussi à établir positivement qu'un nerf mixte possède trois racines

douées de propriétés différentes. Les fibres trophiques présenteraient cette particularité caractéristique, d'être d'abord très fines, puis, après leur passage dans une cellule ganglionnaire, de devenir très volumineuses. »

A l'hypothèse de Merkel, nous répondrons simplement en rappelant les résultats des expériences que nous avons faites avec le Dr Laborde sur la racine inférieure ou bulbaire du trijumeau (voy. ci-dessus, t. XIV, 1878, p. 4) : à savoir que les lésions expérimentales du bulbe, du moment qu'elles atteignent la racine inférieure du trijumeau, produisent et l'insensibilité de la cornée du côté correspondant et les troubles trophiques décrits dans cette membrane, depuis Magendie et Cl. Bernard, comme consécutifs aux lésions de la cinquième paire. Donc, si le trijumeau renferme des filets nerveux qui méritent le nom de fibres trophiques, ces filets sont renfermés aussi bien dans la racine inférieure (ou bulbaire) que dans la racine supérieure (qui vient de la région des tubercules quadrijumeaux).

Cette même remarque servira également de réponse à une hypothèse d'un autre genre émise récemment par Krause. Cet auteur, cherchant à grouper les éléments des nerfs crâniens en paires comparables aux paires rachidiennes, s'est laissé séduire par le fait de voisinage d'origine que présentent le nerf moteur oculaire commun et la racine supérieure du trijumeau, pour faire de celle-ci le nerf sensitif de l'orbite, de telle sorte qu'il décrit cette racine sous le nom de nerf ophtalmique de Willis. Or, puisque la section intra-bulbaire de la racine inférieure du trijumeau produit l'insensibilité de la cornée, il est impossible d'admettre que la racine supérieure renferme tous les conducteurs sensitifs venus de la région de l'orbite.

Comme cependant, à part cette hypothèse et à part l'usage un peu arbitraire de la dénomination de *nerf ophtalmique de Willis* appliquée à la racine supérieure du trijumeau, la description donnée par Krause est on ne peut plus exacte pour ce qui concerne et ce nerf et la quatrième paire, nous reproduirons ici le court passage suivant emprunté à cet auteur : ce sera, en terminant cette revue critique que nous avons voulu faire

aussi complète que possible, le meilleur résumé des faits que nous ayons cherché à établir.

« Autour de l'aqueduc de Sylvius, dit Krause (1), on trouve les origines de l'oculo-moteur commun, du pathétique et de l'ophtalmique de Willis. — Le nerf pathétique, d'un côté, s'entre-croise complètement avec celui du côté opposé dans la valvule de Vieussens, et cet entre-croisement forme une sorte de natte qui occupe dans le sens antéro-postérieur une étendue assez considérable de la valvule de Vieussens. C'est ainsi que les faisceaux, arrivés au côté opposé de la valvule, se recourbent pour se diriger longitudinalement en avant, sous les tubercules quadrijumeaux postérieurs... En se recourbant un peu en dedans, ces fibres radiculaires parcourent le trajet décrit par Stilling sous le nom de *partie antérieure des racines du pathétique*, et arrivent à leur noyau propre, amas de cellules situé au-dessous de la substance gélatineuse qui entoure l'aqueduc de Sylvius... L'extrémité postérieure de ce noyau correspond à la ligne de séparation des tubercules quadrijumeaux antérieurs et postérieurs; son extrémité antérieure se confond, sans limite distincte, avec le noyau oculo-moteur commun. Exner, en 1874, s'est refusé, d'après les résultats fournis par la galvanisation chez le lapin, à admettre la décussation des nerfs pathétiques; cependant les coupes pratiquées sur l'encéphale humain sont on ne peut plus démonstratives à cet égard. »

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche XXXVII (Nerfs crâniens, pl. XI).

Fig. 1. — Coupe longitudinale à la base des tubercules quadrijumeaux du chat.

C. cervelet (vermis); — PC, pédoncules cérébelleux moyens; — PS, pédoncule cérébelleux supérieur; — 6, décussation des deux nerfs pathétiques; — x, origine apparente du pathetique droit; — vi, implantation du pathétique gauche; — V, racine supérieure du trijumeau; — 5, cellules vésiculeuses qui l'accompagnent; — *b*, coupe d'une série de faisceaux qui descendent des tubercules quadrijumeaux dans l'étage supérieur de la

(1) W. Krause. — *Handbuch der menschlichen Anatomie.* (*Dritte Auflage. Erster Band*, 1876, pg. 423.)

calotte ; — TQ, tubercules quadrijumeaux ; — CP, commissure postérieure.

Fig. 2. — Coupe dans la même direction que la précédente, mais sur un plan plus profond.

PS, pédoncule cérébelleux supérieur ; — CP, commissure postérieure (coupée dans ses deux parties latérales, qui s'infléchissent en bas). — Dans la moitié droite de la figure, la coupe passe au niveau de la partie moyenne (vi) du trajet en anse du pathétique ; — v, racine supérieure du trijumeau. — Dans la moitié gauche, la coupe, plus profonde, passe par le noyau même du pathétique (6) : — HL, bandelette longitudinale postérieure ; — v', racine supérieure du trijumeau, intéressée ici presque à sa partie inférieure.

Fig. 3 et 4. — Coupes longitudinales au-dessous des tubercules quadrijumeaux de l'homme.

PS, pedoncule cérébelleux supérieur ; — V, racine supérieure du trijumeau ; — CM, commissure postérieure. — La fig. 3 passe précisément au niveau dn chiasma (6) que forment les pathétiques avant leur origine apparente (en x) ; cette coupe atteint de plus, en bas, le niveau des racines moyennes (5) et de la substance gélatineuse (SC) de la cinquième paire. — La fig. 4, représentant un niveau plus profond, nous montre (en vi) les pathétiques coupés perpendiculairement à leur axe, en dedans de la racine supérieure du trijumeau (en v).

Planche XXXVIII (N. cr., pl. XII).

Fig. 1. — Coupe horizontale à la base des tubercules quadrijumeaux du lapin : lettres comme précédemment (pl. XI, fig. 1 et 2).

Fig. 2. — Le point vi de la fig. précédente examiné à un plus fort grossissement, pour montrer le tronc du pathétique (vi) traversé par la racine supérieure (v,v) du trijumeau, qu'accompagnent les cellules vésiculeuses (5,5).

Fig. 3. — Coupe de la protubérance annulaire de la taupe : la moitié droite de la figure représente une coupe faite à un niveau un peu supérieur (on y voit le tubercule quadrijumeau TQ) à celui de la moitié gauche : — m^5, noyau masticateur du trijumeau ; — PA, pyramides antérieures ; — vv, valvule de Vieussens. — Les autres lettres comme précédemment.

Fig. 4. — Cellules du noyau propre du pathétique (Gross. 220).

Fig. 5. — Cellules vésiculeuses, pigmentées, qui sont éparses sur le trajet de la racine supérieure du trijumeau (Gross. 220).

Fig. 6. — Cette figure, qui se rapporte au texte du mémoire qui fera suite à celui-ci (Nerfs crâniens, 7me article), montre l'origine du moteur oculaire commun chez les oiseaux (poulet).

III,III, racines émergentes du moteur oculaire commun ; — 3, noyau de ce nerf (noyau droit) ; — w, valvule de Vieussens ; — HL, bandelette longitudinale postérieure ; — TQ, tubercules quadrijumeaux (creusés d'une cavité chez les oiseaux) ; — PA, pyramides antérieures.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ETRANGERS

A. Key et G. Retzius. — *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes*. 2 vol. in-folio, avec planches. Stockholm, 1875-1877.

Sous ce titre, MM. Key et Retzius publient un magnifique ouvrage sur l'histologie du système nerveux et de plusieurs de ses annexes. Nous ne parlerons dans cet article que des sujets contenus dans le premier volume, qui est consacré à l'étude des enveloppes du système nerveux central.

C'est en effet par les méninges que Key et Retzius commencent leurs *Études*. Leurs recherches ont porté plus spécialement sur l'homme, et ce n'est que dans les cas relativement rares, où l'expérimentation était impossible chez celui-ci, qu'ils ont dû avoir recours aux animaux ; et ils ont employé ceux dont on fait journellement usage dans les laboratoires de physiologie et d'anatomie, le chien, le lapin, etc.

L'ouvrage de MM. Key et Retzius est publié avec un luxe qui n'a pas encore été égalé dans la science histologique. Le premier volume comprend à lui seul 220 pages et 39 planches lithographiées. Le texte n'est pas seulement complet comme description, il a encore un intérêt rétrospectif considérable : l'étude de chaque question est en effet précédée d'une exposé historique très étendu. Peut-être pourrait-on reprocher aux auteurs de n'avoir pas connu certains travaux français qui ont fixé quelques points anatomiques.

Nous suivrons l'ordre même adopté par les auteurs, en nous arrêtant sur les points qui nous ont paru surtout importants ou nouveaux.

Espace sous-dural. — Key et Retzius donnent ce nom (*Subduralraum*) à l'espace virtuel constitué par la cavité de l'arachnoïde. Cette cavité est traversée, comme certaines gaînes tendineuses, par des vaisseaux, des nerfs et même de simples tractus conjonctifs unissant les deux parois de la cavité séreuse.

Les auteurs décrivent longuement ces adhérences conjonctives. On les trouve surtout au niveau du renflement cervical et au niveau de la queue de cheval, où ils sont plus abondants qu'en toute autre région de l'axe cérébro-spinal ; et c'est en arrière et sur la ligne médiane qu'ils sont le plus nombreux, ou bien sur les côtés, entre les points d'émergence des racines nerveuses. Ces tractus (*Balken*) de tissu conjonctif renferment ordinairement dans leur intérieur un capillaire sanguin. Il va sans dire qu'ils sont partout enveloppés par l'épithélium séreux en continuité avec celui des parois ; la cavité arachnoïdienne reste absolument close, comme Bichat l'avait déjà établi.

Lorsqu'un nerf, partant du cerveau ou de la moelle, traverse l'espace sous-dural, la disposition est loin d'être aussi simple que pour les vaisseaux. La dure-mère enveloppe ce nerf d'une « gaîne durale des nerfs, » à l'intérieur de laquelle l'arachnoïde envoie aussi une « gaîne arachnoïdienne des nerfs. » L'espace sous-dural se continue entre ces deux gaînes. Cette particularité se voit surtout nettement sur le nerf optique, où les deux gaînes se prolongent distinctement jusqu'au globe oculaire.

En injectant l'espace sous-dural, d'après une méthode dont la description ne saurait trouver place ici, Key et Retzius ont démontré que cet espace est bien réellement une cavité close. Dans aucun cas, en effet, la masse de l'injection ne va remplir soit l'espace sous-arachnoïdien, soit les ventricules du cerveau. La contre-épreuve, qui consiste à pousser l'injection dans l'espace sous-arachnoïdien ou dans les ventricules, donne également des résultats négatifs : dans ce cas, en effet, le liquide ne pénètre point dans la cavité de l'arachnoïde. Le canal de Bichat, qui entoure comme d'une gaîne les veines de Galien sur une longueur de 5 à 6 millimètres, ne fait donc point communiquer l'espace sous-dural avec la cavité du troisième ventricule : ce n'est autre chose qu'un espace sous-arachnoïdien périvasculaire à un haut degré de développement.

Par leurs injections, Key et Retzius ont encore pu se convaincre de la fausseté de l'opinion de Bœhm, qui prétend que l'espace sous-dural communique avec les vaisseaux sanguins de la dure-mère; et de celle de Paschkewicz, Michel et Frey, qui mettent cet espace en rapport avec les lacunes lymphatiques de la dure-mère, au moyen de fissures qui existeraient à la surface profonde de celle-ci.

Si, sur un animal vivant, on pratique un petit trou dans la dure-mère, on voit s'écouler par cette ouverture une petite quantité de liquide. L'espace sous-dural contient donc pendant la vie une sérosité ; mais ce n'est point de la sérosité cérébro-spinale (liquide céphalo-rachidien). Ce liquide forme une nappe extrêmement mince entre la dure-mère et l'arachnoïde, et Quincke a été le premier à signaler sa plus grande abondance au cervean qu'à la moelle. Il tend à disparaître après la mort, et diminue graduellement de volume. Hitzig, qui avait déjà observé ce fait, l'attribue à ce que le liquide vient imbiber après la mort la substance cérébrale. Key et Retzius admettent plus volontiers que ce liquide, soumis dans l'espace sous-dural à une pression assez considérable, transsude dans les veines par l'intermédiaire des granulations de Pacchioni, ou encore se répand dans le système lymphatique.

Espaces sous-arachnoïdiens.—Entre la pie-mère et l'arachnoïde s'étend, à la région de la moelle épinière, une cavité close de toutes parts, qui constitue le « *spatium subarachnoïdale medullæ spinalis.* » Cet espace est subdivisé par les ligaments dentelés et par des membranes de diverses sortes ; sa forme aux diverses hauteurs de la moelle est, pour ainsi dire, moulée sur celle du trou vertébral correspondant. Il n'est pas partout également large, mais sa plus grande largeur se trouve à la partie supérieure de la région cervicale et à la partie supérieure de la région lombaire : de ces deux points, il va en se rétrécissant de plus en plus, pour offrir sa moindre largeur au milieu de la région dorsale.

Le ligament dentelé va du trou occipital jusqu'au voisinage du ligament

coccygien (*filum terminale*), de chaque côté de la moelle, entre les racines antérieures et les racines postérieures, le long des cordons latéraux ; il s'étend comme un diaphragme entre la pie-mère et l'arachnoïde, et divise l'espace sous-arachnoïdien de la moelle en deux moitiés, l'une antérieure, appelée « *spatium subarachnoidale spinale anterius* », l'autre postérieure, appelée « *spatium subarachnoidale spinale posterius.* »

Ce ligament, par son bord interne, se continue partout directement avec la pie-mère ; par son bord externe, il s'épanouit librement à la face interne de l'arachnoïde, et s'applique plus ou moins intimement contre cette membrane. Cet épanouissement se fait au moyen de dentelures (*Zacken*), de longueur et de consistance variables, qui, parties du bord libre du ligament, traversent l'arachnoïde pour aller s'insérer à la face interne de la dure-mère : ces dentelures ne traversent point en réalité l'arachnoïde, mais celle-ci les enveloppe d'une gaîne qui les accompagne jusqu'à la dure-mère.

Le ligament dentelé est plus ou moins épais suivant les individus : çà et là, il est criblé de petits orifices, surtout à la région cervicale ; quelquefois, il est ainsi criblé dans toute son étendue; cela peut même aller si loin, que le ligament peut ne plus exister, mais on trouve simplement à sa place un plus ou moins grand nombre de tractus membraneux, traversant l'espace sous-arachnoïdien. On conçoit facilement qu'il puisse en être ainsi, si l'on considère que le ligament dentelé n'est constitué que par un feutrage plus ou moins serré de tractus conjonctifs. La plus ou moins grande abondance de ceux-ci explique suffisamment cette diversité d'aspect.

L'espace sous-arachnoïdien antérieur est partout libre et ouvert le long de la moelle. Aucune membrane ne le cloisonne, et il n'est traversé que de rares tractus conjonctifs : ceux-ci ne se trouvent en quelque abondance que sur la ligne médiane et à la région cervicale, où ils constituent une sorte de raphé. Rien, dans cet espace, n'empêche donc la libre circulation du liquide céphalo-rachidien. Pourtant, dans la partie cervicale de cet espace, on rencontre constamment une sorte de petite membrane particulière. « Elle se trouve à la hauteur de la deuxième dentelure du ligament dentelé, et s'étend sur celle-ci à la manière d'une petite voile dont le bord falciforme descend vers la moelle et s'unit en bas, par une pointe, avec la partie symétrique du côté opposé, pour se terminer de cette manière à peu près à la hauteur de la quatrième paire de nerfs cervicaux. Le bord externe falciforme de cette voile est libre de chaque côté; le bord supérieur, légèrement convexe en haut, court au contraire transversalement vers la moelle, en s'appliquant sur la deuxième dentelure correspondante et en passant par-dessus le ligament dentelé : il est dans toute son étendue fixé aux parties sous-jacentes. Sur la ligne médiane, cette petite membrane est partout fixée, jusqu'à son extrémité inférieure pointue. De la sorte, il se forme donc de chaque côté une poche ouverte en bas et en dehors, fermée en haut, qui rappelle un peu la disposition des valvules sigmoïdes de l'aorte. Quand il se produit à ce niveau un courant dans le liquide sous-arachnoïdien, on comprend facilement que cette membrane s'applique contre la moelle, si le courant est dirigé du cerveau vers la moelle; mais s'il va en sens inverse, de la moelle au cerveau, les poches se tendent de chaque côté et constituent ainsi, en avant du ligament dentelé, un obstacle à la libre progression du liquide. » Les auteurs n'affirment point

toutefois que ce soit là le véritable rôle de cette formation : ils ne donnent leur manière de voir que comme une simple hypothèse.

L'espace sous-arachnoïdien postérieur diffère beaucoup du précédent. La partie cervicale est relativement libre : elle est seulement traversée par quelques travées conjonctives. Celles-ci sont plus nombreuses le long de la ligne médiane, et, au bas de la partie cervicale, elles forment déjà une membrane véritable, le « *septum posticum,* » qui s'étend de ce point jusqu'à l'extrémité inférieure de la moelle.

L'espace postérieur est en outre traversé de chaque côté, et au niveau des racines nerveuses, par un septum qui se sépare de la pie-mère et qui va vers l'arachnoïde. Frommann l'avait déjà vu. Key et Retrius appellent « *Recessus laterales obliqui* » (« *schiefe Seitenräume* ») les espaces compris entre cette dernière membrane et le septum posticum.

Arrivé sur la pie-mère, le tissu du septum posticum s'étend à la surface de celle-ci pour former le « *tissu sous-arachnoïdien épipial* » (« *epipiales Subarachnoidalgewede.* »)

En somme, l'espace sous-arachnoïdien postérieur est beaucoup plus compliqué que l'antérieur, grâce à la présence de ces trois cloisons ; mais cette complication n'est pourtant pas un obstacle à la circulation du liquide céphalo-rachidien, puisque les membranes qui cloisonnent l'espace sont toutes, et sur toute leur étendue, plus ou moins criblées de fines ouvertures.

Les espaces sous-arachnoïdiens de la moelle se continuent directement avec les grands espaces sous-arachnoïdiens qui s'observent à la base du cerveau. Les auteurs donnent à ces derniers le nom de *citernes* ; mais il vaut peut-être mieux leur conserver le nom de *confluents*, qui leur a été donné par Magendie. On ne sait que peu de choses relativement à la disposition de ces confluents, et on chercherait vainement dans nos ouvrages classiques d'anatomie des renseignements à cet égard. Cette considération aurait dû peut-être nous engager à exposer les observations de Key et Retrius ; mais, quelque bref que nous eussions pu le faire, cet exposé eût allongé considérablement notre analyse. Nous ne pouvons donc que renvoyer pour les détails à l'ouvrage lui-même, où on trouvera d'utiles renseignements.

A la description si complète de ces confluents de la base du cerveau, fait suite une description non moins riche en détails de la toile choroïdienne supérieure et des espaces sous-arachnoïdiens qui se trouvent sur les hémisphères cérébraux.

La conclusion générale de ce chapitre est la suivante : « Les espaces sous-arachnoïdiens sont en communication directe avec le quatrième ventricule, et, par l'intermédiaire de celui-ci, avec les autres ventricules cérébraux. En outre, ils communiquent avec les vaisseaux lymphatiques de la muqueuse nasale. Une simple injection des espaces sous-arachnoïdiens à la moelle remplit complètement ces vaisseaux lymphatiques, et va encore remplir un système de canaux ou d'espaces (*Saftcanal, Saftsystem*) qui communiquent directement avec ces vaisseaux ; l'injection remplit en outre des canalicules qui partent de ce système, et qui traversent la couche épithéliale pour venir déboucher librement à la surface de la muqueuse nasale. »

Le chapitre suivant, que nous passerons sous silence, est consacré à l'étude des orifices qui font communiquer le quatrième ventricule avec les espaces

sous-arachnoïdiens. C'est par le trou de Magendie, situé à la pointe du calamus scriptorius, que se fait cette communication. Le trou de Magendie se trouve quelquefois fermé par une mince membrane, et cette disposition, qui est l'exception chez l'homme, devient la règle chez le cheval, d'après Renault.

A cette étude des espaces sous-arachnoïdiens se rattache encore la description histologique des trabécules conjonctives qui les traversent. C est là un point sur lequel nous nous arrêterons un peu, car nous nous proposons surtout, dans cette analyse, d'exposer, d'après Key et Retzius, la structure des enveloppes du système nerveux central.

Les tractus qui traversent les espaces sous-arachnoïdiens sont constitués par un cordon réfringent, souvent onduleux ou contourné en spirale, strié longitudinalement (ce qui montre qu'il est formé par la réunion d'un grand nombre de petites fibrilles). Ce cordon est simple ou composé par la réunion de plusieurs cordons identiques : dans le premier cas, il est généralement cylindrique, rarement aplati; dans le second cas, ses faisceaux sont parallèles entre eux, ou bien, disposition plus fréquente, s'enroulent les uns autour des autres de diverses manières. Quoi qu'il en soit, ce cordon central est toujours entouré d'une gaîne, qui tantôt s'applique intimement contre lui, tantôt en est plus ou moins éloignée. La gaîne est pâle, transparente, extrêmement mince et revêtue extérieurement d'un endothélium.

De forts grossissements ou l'acide osmique révèlent, à l'intérieur de la gaîne, sur les trabécules les plus grosses, une striation transversale, très-irrégulière et très-fine, due à la présence de fibres ramifiées et anastomosées, plus ou moins nombreuses, qui enlacent les faisceaux de fibrilles, ou plus rarement marchent parallèlement à leur grand axe. Ces fibres enveloppantes (*umspinnende Fasern*) sont de nature élastique : elles ne se rencontrent pas sur tous les faisceaux de fibrilles et, par exemple, manquent souvent au rachis.

L'espace sous-arachnoïdien est encore traversé par d'autres tractus d'une structure toute différente. L'aspect du cordon central n'a pas changé, mais celui-ci est entouré d'une substance claire, homogène, dans laquelle serpentent des fibrilles, extrêmement nombreuses, fortement serrées les unes contre les autres, et disposées le plus ordinairement sur plusieurs couches. Cette gaîne fibrillaire est elle-même revêtue extérieurement d'un endothélium. Son épaisseur varie beaucoup, et varie même aux divers points d'un même tractus. Les fibrilles qui la composent sont ordinairement circulaires, mais elles peuvent aussi décrire des tours de spire autour du cordon central, suivre une direction parallèle à son grand axe ou s'entre-croiser à angle aigu.

Une même trabécule peut présenter à la fois une gaîne fibrillaire et des « fibres enveloppantes. » Dans ce cas, ces dernières sont toujours placées à l'intérieur de celle-là, immédiatement appliquées sur le cordon central.

Nous avons supposé jusqu'ici le tractus indivis. Mais il arrive le plus souvent qu'il se ramifie et s'anastomose avec les tractus voisins. Le cordon central se divise alors, et envoie dans diverses directions une partie de ses fibrilles; au point où se fait cette division, les fibrilles s'entrelacent souvent avec élégance. La gaîne endothéliale se divise aussi, et va former à chaque branche une enveloppe complète. Les fibres enveloppantes et la gaîne fibrillaire, quand elles existent, vont de même accompagner chacune des branches

qui ont ainsi pris naissance: mais elles peuvent aussi faire défaut sur l'une de ces branches ou sur toutes. Parfois ces branches, après être restées séparées sur un espace plus ou moins long, se réunissent de nouveau pour constituer une trabécule unique; on peut alors constater une disposition intéressante : les divers faisceaux qui, par leur réunion, constituent cette nouvelle trabécule, conservent parfois leurs fibres élastiques et leur endothélium, et la trabécule tout entière s'entoure d'autres fibres enveloppantes et d'une autre gaîne endothéliale.

Arachnoïde. — L'arachnoïde présente deux couches : la couche externe, qui est la principale, constitue à elle seule l'arachnoïde; la couche interne mérite plus justement le nom de « *tissu sous-arachnoïdien,* » et est formée par les tractus réticulés que nous venons de décrire.

A la moelle, la couche externe de l'arachnoïde est une mince membrane formée de fins faisceaux de fibrilles, parallèles entre eux et parallèles à l'axe de la moelle. Entre ces faisceaux se trouvent çà et là des noyaux allongés, munis à leurs deux pôles d'un maigre corps protoplasmatique. L'endothélium qui revêt la face externe de cette couche fibrillaire forme le plus souvent deux couches. L'endothélium de la face interne est au contraire formé par une seule couche de cellules membraneuses (*Häutchenzellen*); il se continue directement avec celui qui enveloppe les tractus sous-arachnoïdiens.

La couche externe de l'arachnoïde peut varier beaucoup d'aspect. Elle est tantôt si mince ou si peu étendue qu'elle n'existe plus qu'à l'état de vestige : elle ne consiste plus guère alors qu'en ses deux endothéliums et en quelques faisceaux de fibrilles; ceux-ci forment un réseau dont les mailles larges et plus ou moins arrondies sont comblées par l'endothélium. Tantôt ces faisceaux de fibrilles, au lieu de conserver leur parallélisme, prennent des directions diverses et s'entre-croisent.

L'arachnoïde cérébrale varie suivant les régions. A la base du cerveau, elle est formée d'un réseau inextricable de faisceaux de fibrilles qui, dans une même couche, forment, en se juxtaposant étroitement, des nœuds qu'ils abandonnent aussitôt pour redevenir libres, et, plus loin, se juxtaposer de nouveau; les tractus dont se compose le tissu sous-arachnoïdien ne proviennent jamais des nœuds ainsi formés. Ailleurs, les faisceaux de fibrilles sont plus clair-semés et se disposent en mailles de grandeur variable, que recouvre l'endothélium; celui-ci présente partout le même aspect qu'à la moelle.

Sur les hémisphères, l'arachnoïde est intimement unie à la pie-mère et au tissu sous-arachnoïdien. Au-dessus des sillons, la couche fibrillaire est plus compacte et suit leur direction. Au-dessus des circonvolutions, ce dernier aspect se retrouve encore : mais il peut se faire aussi que les faisceaux de fibrilles forment un lacis inextricable ou offrent l'aspect noueux signalé déjà à la base du cerveau.

On ne trouve en aucun point de l'arachnoïde des vaisseaux ou des nerfs qui lui soient propres. En sortant de cette membrane, les vaisseaux sanguins s'entourent d'une gaîne endothéliale qui provient de l'endothélium arachnoïdien.

Pie-mère. — A la moelle, où elle est beaucoup plus développée qu'au cerveau, la pie-mère est formée de deux couches : l'interne, toujours bien appa-

rente ; l'externe, extrêmement variable dans son épaisseur, dans ses rapports. Cette dernière est exclusivement formée de faisceaux de fibrilles du tissu conjonctif, longitudinaux et sensiblement parallèles entre eux (1).

La couche interne ou « *intima piae* » est une membrane mince, bien délimitée, facilement isolable. Elle se compose en réalité de trois couches, qui sont de dehors en dedans : 1° un endothélium, au-dessous duquel on observe un réseau élastique très-délicat, dont les fibres suivent en général une direction longitudinale ; 2° une couche de faisceaux de fibrilles extrêmement petites, très réfringentes, qu'on croirait volontiers de nature élastique, mais que les réactifs démontrent être de nature conjonctive. Ces faisceaux sont le plus souvent circulaires ; mais, en se ramifiant et en s'anastomosant, ils constituent assez fréquemment un système de mailles losangiques ; ils sont rectilignes et ne présentent jamais la moindre sinuosité ; ou bien, s'ils sont arqués, leur courbure est raide et nette comme celle d'un jonc qu'on ploie. Cette couche moyenne est tapissée intérieurement et séparée de la moelle par : 3° un endothélium semblable à celui de la face externe.

L'intima piae est partout en contact immédiat avec la moelle épinière, en sorte que l' « *espace épimédullaire*, » admis par His entre celle-ci et la pie-mère, ne saurait exister. Ce contact est puissamment aidé par la présence des gaînes infundibuliformes, souvent très spacieuses, que la pie-mère envoie autour des vaisseaux sanguins qui la traversent pour se rendre dans la moelle.

Les capillaires de la pie-mère spinale sont en général situés entre l'intima piae et le tissu épipial ; ils sont entourés d'une sorte de gaîne endothéliale de l'intima piae.

Au cerveau, la pie-mère est représentée simplement par l'intima piae, dont la structure n'a pas varié ; la couche externe (tissu épipial) fait défaut. La pie-mère suit partout les dépressions et les circonvolutions du cerveau : il n'existe point de traces des « *espaces épicérébraux* » décrits par His. Elle n'est point unie à l'encéphale par une sorte de ciment ou par des fibres qui, partant de la pie-mère, s'enfonceraient dans le cerveau, mais la névroglie est partout librement et simplement contiguë à la pie-mère. La surface cérébrale n'est nulle part revêtue d'un endothélium, comme le veulent Golgi et Boll. Enfin, les vaisseaux, en passant de la pie-mère au cerveau, sont encore entourés, comme à la moelle, d'une gaîne infundibuliforme.

Nous venons de voir qu'il n'y a pas d'espaces épicérébraux : dans les cas où cependant on les observe, ils sont produits artificiellement, et proviennent de ce que le cerveau s'est rétracté et s'est séparé de la pie-mère sous l'influence de l'alcool. Y a-t-il un espace épicérébelleux ? Key et Retzius le nient. L'union de la pie-mère avec le cervelet est, en effet, encore plus intime qu'avec le cerveau, grâce à l'existence de fibres spéciales. Ces fibres font complètement défaut sur les circonvolutions du cervelet, mais sont très-abondantes dans les sillons. Elles sont en général homogènes, transparentes, incurvées et non rectilignes, cylindriques ; elles se ramifient dans la plupart

(1) On ne saurait considérer cette « couche externe » comme une dépendance de la pie-mère ; elle appartient bien plutôt au « tissu sous-arachnoïdien épipial, » dont la rapprochent sa structure, la direction de ses faisceaux de fibres, et divers autres caractères. R. Bl.

des cas au voisinage de l'écorce du cervelet, et les branches qui prennent ainsi naissance pénètrent dans la substance corticale, où on peut les poursuivre assez loin. Leur terminaison est encore inconnue. Ces fibres, signalées depuis assez longtemps déjà (Henle, Max Schulze, Deiters, etc.), ne se rencontrent qu'au cervelet.

Dure-mère. — Les faisceaux conjonctifs y affectent diverses directions et forment deux couches principales, dont chacune est décomposable en un certain nombre de lamelles reliées les unes aux autres par les anastomoses des faisceaux entre eux. Sur les hémisphères, les faisceaux de la couche interne vont de dedans en dehors et d'avant en arrière : dans la région du sinus longitudinal, la direction de ces faisceaux est plus transversale : les faisceaux de la couche externe sont plus entremêlés, et vont en arrière et en dedans. A la moelle, on trouve aussi deux couches dans la dure-mère : l'interne, plus mince, présente des faisceaux transversaux ou circulaires.

Le tissu de la dure-mère consiste en couches plates, lamelleuses, de faisceaux conjonctifs parallèles entre eux dans une même couche, mais entrecroisés à angle aigu, d'une couche à l'autre. Ces faisceaux présentent dans leurs intervalles, après coloration par le carmin, un grand nombre de corpuscules disposés en séries parallèles et ayant la forme d'un bâtonnet et la direction des faisceaux : ces corpuscules sont les noyaux des cellules de la dure-mère ; ils présentent souvent à leurs extrémités un prolongement filiforme ou étalé, réfringent ou plus ou moins granuleux, et pouvant même se ramifier. Comme les faisceaux de fibrilles, les cellules des différentes lamelles se croisent à angle aigu. Tel est, à grands traits, l'aspect chez l'homme adulte.

Chez l'embryon de deux à cinq mois, l'aspect est tout autre. Les cellules ne sont point réduites en quelque sorte au seul noyau, comme dans l'âge mûr, mais elles sont ordinairement très-volumineuses. Leur forme présente des variétés infinies : les unes sont fusiformes et munies de prolongements terminaux le plus souvent filiformes, quelquefois variqueux ; les autres sont globuleuses et présentent en leur centre une partie amincie et aplatie qui entoure le noyau : celui-ci est en général ovale ou arrondi. Sur d'autres cellules, la partie aplatie qui occupait le centre est reportée sur le côté et constitue une mince expansion protoplasmatique, qui s'étend sous forme de membrane sur les faisceaux de fibrilles voisins. Les prolongements filiformes peuvent aussi être remplacés par des expansions membraneuses, ou bien se ramifier un grand nombre de fois pour s'anastomoser avec les prolongements des cellules contiguës. De la partie moyenne de la cellule, on voit ausssi parfois partir dans diverses directions des ramifications qui vont s'anastomoser çà et là avec des prolongements de la même cellule ou d'une cellule voisine, et former ainsi, autour des faisceaux, les réseaux les plus variés. Ici encore, ces cellules sont interposées aux faisceaux de fibrilles et suivent la même direction que ceux-ci.

Key et Retzius ne sont point parvenus à mettre en évidence de gaîne endothéliale autour des faisceaux conjonctifs ; mais il y a un rapprochement intéressant à établir entre un endothélium constitué et ces minces expansions protoplasmatiques qui proviennent des cellules de la dure-mère, et qui vont envelopper plus ou moins complètement les faisceaux.

Chez l'homme adulte, la plupart des cellules de la dure-mère sont fusiformes. La partie moyenne, qui contient le noyau, est souvent granuleuse, protoplasmatique, un peu aplatie; parfois même, elle est très-mince et munie d'expansions membraneuses, comme chez l'embryon, Les extrémités de la cellule sont plus ou moins étirées, ramifiées ou simples, anastomotiques ou non. Il est absolument impossible de donner une description de ces cellules, tant sont variables les aspects qu'elles revêtent.

Le tissu de la dure-mère contient encore des fibres élastiques, mais en nombre très-variable, suivant les régions. Elles forment à la surface des lamelles de riches réseaux, et s'insinuent même entre les faisceaux de fibrilles qui constituent ces lamelles. Elles sont surtout nombreuses à la moelle, et forment aux points où elles s'anastamosent de gros nœuds aplatis.

Les deux faces de la dure-mère sont revêtues d'un endothélium identique aux deux faces, qui recouvre une mince membrane élastique, dans laquelle on voit aisément serpenter des fibres élastiques plus ou moins grosses, parfois parallèles entre elles, le plus souvent entre-croisées; cette membrane élastique présente çà et là des trous qui semblent être normaux. Key et Retzius n'ont pas observé d'endothélium à la face externe de la dure-mère chez l'homme (ce qui tient sans doute à la difficulté que l'on éprouve à se procurer des cadavres humains assez frais pour que l'étude des endothéliums soit encore possible), mais ils ont constaté sa présence chez le lapin et chez le chien.

Les vaisseaux de la dure-mère ont une disposition toute spéciale et qui mérite de fixer l'attention. Ils forment des mailles très allongées : ils sont en général sensiblement parallèles entre eux, et sur leur trajet, surtout au point d'anastome des travées qui délimitent ces mailles, on voit des dilatations ampullaires, souvent très considérables, arrondies ou allongées, et dirigées transversalement par rapport à la direction des capillaires. Cette disposition remarquable ne se rencontre que sur les artères (1).

Key et Retzius passent ensuite à la description d'un système de canaux parallèles, rendus apparents à la suite d'injections interstitielles. Ces canaux se croisent sous divers angles d'une couche à l'autre, et suivent la direction des faisceaux conjonctifs. Les auteurs les considèrent comme des canaux plasmatiques, car, disent-ils, « il est vraisemblable qu'il y a dans la dure-mère un véritable système de canaux plasmatiques. »

La dure-mère étant une membrane de nature conjonctive, on peut, en effet, admettre à priori qu'elle renferme un système plus ou moins développé de canaux ou d'espaces lympathiques (plasmatiques) : cette opinion, basée sur ce que nous savons actuellement de la structure du tissu conjonctif, est parfaitement acceptable. Mais on ne saurait partir de ce fait pour admettre que

(1) Dans le muscle demi-tendineux du lapin, M. Ranvier a décrit pour les vaisseaux sanguins une forme et une distribution semblables : admettant ici un rapport entre cette disposition et le mode de contraction de ces muscles, qui trouveront dans ces dilatations une réserve d'oxygène. Pour la dure-mère, on ne saurait assigner actuellement de rôle physiologique à ces dilatations ampullaires; tout au moins, l'explication proposée pour le demi-tendineux du lapin ne leur paraît point applicable.

On remarquera de plus que, dans les muscles du lapin, cette disposition se rencontre sur les artères et sur les veines, et est même plus accusée sur ces dernières, tandis que, pour la dure-mère, les artères seules en sont le siège. R. Bl.

tous les espaces produits artificiellement dans un tissu conjonctif, par la méthode des injections interstitielles, sont des espaces lymphatiques : dans ce cas spécial, en effet, la pression à laquelle on soumet le liquide de l'injection, pour le faire pénétrer, suffit à déplacer les éléments qui entrent dans la composition du tissu, déchire celui-ci, crée des espaces qui n'existaient pas auparavant, en détruit au contraire d'autres qui préexistaient ; on reproduit, en un mot, l'expérience bien connue de la boule d'œdème. On ne se trouve donc pas, dans ces conditions, en face d'un tissu normal. Qu'on prenne un morceau de feutre ou de carton et qu'on y injecte sous pression un liquide coloré, on verra aussitôt le feutre ou le carton se distendre ; des espaces s'y creuseront, et ne devra-t-on pas considérer ces espaces comme étant artificiels ? Il est, d'ailleurs, démontré depuis longtemps que les canalicules décrits par Bowmann dans la cornée sont de simples produits artificiels. Les espaces que Key et Retzius ont vus se dessiner dans la dure-mère ne sont pas davantage l'expression de la réalité.

Michel a décrit entre la dure-mère et les os du crâne des espaces « *épiduraux.* » Key et Retzius nient leur existence.

En divers points de la dure-mère, mais spécialement au voisinage du sinus longitudinal, on trouve dans le tissu de cette membrane un système de lacunes ayant toutes sensiblement la même forme. Leur nombre est très variable, et elles peuvent être en si grande abondance que le tissu ambiant semble être un mince système de trabécules. Ces lacunes se rencontrent rarement dans la couche interne de la dure-mère : elles sont terminées en pointe à leurs extrémités, ne communiquent point directement entre elles, mais semblent être des cavités closes. Elles sont parallèles au grand axe des faisceaux de tissu conjonctif de la dure-mère ; elles sont munies de prolongements canaliculés qui pénètrent plus ou moins loin entre les faisceaux. Elles ne sont point tapissées intérieurement d'un endothélium, mais d'une mince membrane élastique formée d'un nombre considérable de fibres très-fines ; parfois même ces fibres peuvent traverser la lacune, en se ramifiant et s'anastomosant dans son intérieur. A part ces fibres, les lacunes ne contiennent rien qu'un liquide clair.

Granulations de Pacchioni (1). — Luschka leur a donné le nom de « *franges arachnoïdiennes* » (*Arachnoidalzotten*), et c'est aussi sous cette dénomination que Key et Retzius les décrivent.

Les granulations de Pacchioni sont constamment en rapport avec des veines, et sont contenues dans des espaces veineux de la dure-mère ; les lacunes qui les renferment, n'ayant souvent qu'un volume égal à celui des granulations, peuvent être complètement remplies par elles. Ce ne sont point des productions pathologiques : on les trouve chez le nouveau-né comme chez l'adulte, et chez des animaux de forte taille, tels que le chien et le mouton ; chez des animaux plus petits, comme le lapin, elles ne semblent point s'être développées.

Les granulations les plus simples se composent d'une partie renflée, libre, qui est le corps, et d'un pédicule qui se continue avec l'arachnoïde cérébrale. Sur une coupe verticale, la granulation se présente sous l'aspect d'un réti-

(1) Les auteurs ne mentionnent point dans leur revue bibliographique l'important mémoire de E. Faivre : *Des granulations méningiennes ;* thèse méd. de Paris, 1853.

culum extrêmement serré, dont les travées, dirigées dans tous les sens, sont constituées par des faisceaux de fibrilles qu'entoure extérieurement un endothélium. La surface de la granulation de Pacchioni est tapissée d'un endothélium qui ne diffère en rien de celui de la face externe de l'arachnoïde. Le tissu sous-jacent à cet endothélium provient de l'expansion en surface des travées les plus extérieures, dont les faisceaux de fibrilles se sont résolus en fibrilles, de manière à former une mince couche membraneuse d'ordinaire imperforée, mais pouvant présenter par places entre les fibrilles de petites fentes recouvertes d'endothélium. Au voisinage et à l'intérieur du pédicule, les mailles du réticulum deviennent plus serrées.

Les granulations de Pacchioni ne sont pas toujours simples. Elles peuvent être divisées par un ou plusieurs sillons, pousser des prolongements ou être réunies en plus ou moins grand nombre sur un pédicule commun.

Elles ne sont pas libres dans l'espace sous-dural, comme on l'a cru longtemps, mais sont toujours contenues dans l'épaisseur de la dure-mère : traversant les trous qui criblent cette membrane en certaines régions, elles s'enfoncent avec leur pédicule vers les sinus veineux qu'on y rencontre : là, les granulations ne sont point dépourvues d'enveloppe, mais elles se présentent coiffées d'un capuchon qui les entoure de toutes parts. Ce capuchon, d'une minceur extrême, consiste en une couche de trabécules réunies en faisceaux et plus ou moins nombreuses. Cette couche trabéculaire est revêtue intérieurement d'une membrane endothéliale particulière, extérieurement de l'endothélium des veines. Si cette couche vient à manquer, le capuchon est simplement constitué par l'adossement des deux endothéliums. Entre le capuchon et la surface même de la granulation de Pacchioni, se trouve une continuation de l'espace sous-dural : quelques rares tractus conjonctifs le traversent. Ce capuchon lui-même est constitué par du tissu de la dure-mère : les auteurs l'appellent « *gaîne durale des franges arachnoïdiennes.* »

Les injections poussées dans l'espace sous-arachnodïen mettent hors de doute que les granulations de Pacchioni soient une dépendance de cet espace : le liquide injecté vient en effet les distendre. Mais ces injections ont encore montré à Key et Retzius d'autres faits d'une haute importance physiologique, mais qui, selon nous, ont encore besoin d'être confirmés par de nouvelles recherches. L'injection, après avoir distendu et érigé les granulations, poindrait à leur surface, s'écoulerait en plus ou moins grande abondance dans la gaîne durale, et franchirait finalement l'endothélium de la face interne de la dure-mère, pour aller se déverser dans les sinus que renferme cette membrane. Les granulations de Pacchioni auraient donc pour rôle de relier les espaces sous-arachnaïdiens, c'est-à-dire le liquide céphalo-rachidien, au système sanguin. Il se produirait donc normalement un courant liquide, mais dans quel sens? Des espaces sous-arachnoïdiens aux sinus de la dure-mère ou inversement? Les auteurs ont établi, à la suite de nombreuses expériences, que la tension du liquide céphalo-rachidien est un peu supérieure à celle du sang des sinus : ces faits les ont conduits à admettre que, normalement et pendant la vie, il y a, par simple infiltration et par endosmose, un courant liquide dirigé des espaces sous-arachnoïdiens et sous-duraux vers les sinus.

Cette conclusion, avons-nous dit, nous semble demander confirmation. Nous devons, toutefois, reconnaître que les auteurs se sont mis autant que possible à l'abri des causes d'erreur. La tension du liquide céphalo-rachidien leur étant une fois connue, ils ont eu soin, en effet, de ne faire leurs injections qu'avec une pression inférieure à la tension du liquide céphalo-rachidien.

Le nerf optique et ses enveloppes. — Autour du nerf optique on observe trois gaînes, qu'on peut poursuivre jusqu'au globe oculaire : la plus externe est un prolongement de la dure-mère, la seconde provient de l'arachnoïde, et la plus interne émane de la pie-mère. Au cerveau et à la moelle, nous avons vu que la pie-mère est intimement appliquée à ces organes par sa face profonde, et qu'il n'y a pas, par conséquent, d'espaces épi-médullaires, épi-cérébraux ou épi-cérébelleux : ici, il en est de même, et la gaîne piale du nerf optique est étroitement appliquée contre le nerf lui-même.

La disposition de cette triple gaîne rappelle absolument celle des enveloppes de l'axe cérébro-spinal. On retrouve ici encore un espace sous-dural et un espace sous-arachnoïdien, directement en continuité avec les espaces analogues des centres, et traversés comme eux par des trabécules simples ou ramifiées. En injectant l'espace sous-dural à la moelle, par exemple, on remplit l'espace sous-dural du nerf optique ; et le même fait s'observe pour l'espace sous-arachnoïdien.

Parvenues au niveau de la lame criblée, les gaînes du nerf optique se comportent d'une façon toute différente, La dure-mère se continue directement avec la sclérotique, qu'elle renforce ; l'arachnoïde s'applique contre la pie-mère et se confond intimement avec elle ; cette dernière enfin se subdivise en trois ordres bien distincts de faisceaux : les uns, et ce sont les plus externes, se continuent avec le prolongement scléral de la dure-mère ; les faisceaux moyens, les plus nombreux, vont se confondre avec la choroïde ; ils entourent, en outre, et délimitent la lame criblée ; les faisceaux les plus internes s'entre-croisent et s'entre-mêlent dans tous les sens avec les faisceaux conjonctifs qui par leur feutrage constituent la lame criblée : celle-ci est composée de deux ordres de faisceaux, des faisceaux postérieurs, dépendant de la sclérotique, et des faisceaux antérieurs ou choroïdiens.

Les espaces sous-dural et sous-arachnoïdien du nerf optique se terminent chacun par un cul-de-sac au niveau de la lame criblée.

Dans le nerf optique, les éléments nerveux sont groupés en faisceaux primitifs et en faisceaux secondaires, ceux-ci étant constitués par la réunion d'un certain nombre de ceux-là. Ces faisceaux sont unis les uns aux autres par du tissu conjonctif, où on observe des lacunes lymphatiques. Ces espaces lacunaires ne pénètrent jamais dans l'intérieur des faisceaux primitifs, mais entourent chacun d'eux comme d'une gaîne, ainsi que chacun des faisceaux secondaires. Ils présentent dans leur intérieur un grand nombre de cellules spéciales, munies chacune d'un gros noyau ; leur corps cellulaire est aplati, et offre des prolongements anastomosés que l'on peut suivre jusque dans l'épaisseur même des faisceaux nerveux primitifs. Les auteurs ne savent quelle signification attribuer à ces éléments cellulaires. On ne les retrouve pas au delà de la lame criblée ; ils semblent alors avoir cédé la place à des éléments d'une autre nature, que l'on rencontre encore dans l'intervalle des faisceaux

nerveux primitifs, et que l'on doit considérer comme les premiers indices de la substance de soutènement de la rétine (*Stützsubstanz*).

Nous avons dit que l'injection poussée dans les espaces sous-dural et sous-arachnoïdien s'arrêtait à la lame criblée; l'injection interstitielle pratiquée dans le nerf lui-même franchit au contraire la lame criblée, et va s'accumuler entre la face profonde de la rétine et la choroïde : il semble donc qu'il existe en cet endroit un espace lymphatique.

Entre la sclérotique et la choroïde, et leur adhérant fortement, Key et Retzius décrivent un tissu tout à fait spécial, d'origine conjonctive, mais dans lequel on ne retrouve plus que des fibres élastiques disposées sur plusieurs couches et un endothélium : c'est le *tissu sous-choroïdien*. A la surface de l'endothélium, on trouve de nombreuses cellules pigmentaires dont l'aspect rappelle exactement celui des cellules de la choroïde.

Le nerf acoustique et ses enveloppes. — Les auteurs n'ont vu ni la gaîne durale ni la gaîne arachnoïdienne du nerf acoustique se prolonger au delà de la lame criblée de l'os temporal. Comme pour le nerf optique, les espaces sous-dural et sous-arachnoïdien du nerf acoustique sont encore en communication directe avec ceux des centres nerveux.

Si on fait une injection des espaces séreux de l'encéphale, on voit donc que le liquide injecté ne franchit pas la lame criblée du temporal; on en trouve toutefois une faible quantité qui a pénétré dans l'oreille interne : elle s'est alors amassée dans le vestibule (espace qu'occupe l'humeur de Cotugno ou périlymphe), ou dans le limaçon. Les auteurs se sont demandé par quelle voie les espaces de la gaîne du nerf acoustique communiquaient avec les espaces séreux du labyrinthe, et ils ont vu que cette communication ne se faisait point par l'aqueduc du vestibule. Il leur restait à contrôler l'opinion de Weber, qui admettait une communication de l'oreille interne avec les séreuses méningiennes par l'intermédiaire de l'aqueduc du limaçon. Key et Retzius admettent la manière de voir de cet observateur, parce qu'ils ont toujours trouvé de la matière à injection dans la rampe tympanique du limaçon : ils reconnaissent toutefois que cette opinion ne repose pas sur des données assez certaines pour pouvoir être acceptée sans contrôle.

Espaces lymphatiques de la muqueuse nasale. — Nous avons vu plus haut que les espaces sous-arachnoïdiens communiquaient avec les vaisseaux et les espaces de la muqueuse nasale : il en serait de même de l'espace sous-dural. Les méninges entourent les nerfs olfactifs de gaînes entre lesquelles se continuent les espaces sous-dural et sous-arachnoïdien. Ces espaces se poursuivent au delà de la lame criblée de l'ethmoïde, et arrivés dans le pituitaire se résolvent en un réseau très-serré de lacunes et d'espaces lymphatiques qui finalement viennent s'ouvrir à la surface libre de cette muqueuse par des canalicules extrêmement fins. Si ces faits sont confirmés par d'autres observateurs, ainsi se trouvera justifiée cette ancienne opinion d'après laquelle les humeurs du cerveau seraient déversées dans les fosses nasales à travers la lame criblée de l'ethmoïde !

R. Blanchard.

F. Jolyet et R. Blanchard. — *Sur des ligaments spéciaux à la moelle épinière des Serpents.* — Société de biologie, 19 avril 1879.

Sur une coupe transversale de la moelle épinière d'un Ophidien, la moelle est renfermée dans une enveloppe mince de tissu conjonctif. Cette enveloppe est intimement appliquée contre la moelle. Elle est formée par la superposition de faisceaux conjonctifs plats et lamelleux, entre-croisés dans tous les sens.

De chaque côté de la moelle et un peu plus près de sa partie inférieure (antérieure) que de la partie supérieure (postérieure), on voit l'enveloppe conjonctive de l'organe se dédoubler, pour comprendre entre ses deux feuillets un gros faisceau conjonctif qui, sur la coupe, est sectionné en travers : sa direction est donc longitudinale et parallèle à l'axe de la moelle. Il forme un amas compacte de fibrilles de tissu conjonctif, se colorant en rouge par le carmin. Ce ligament présente une forme ellipsoïde : il est plus aplati sur l'une de ses faces que sur l'autre, et sa face la plus convexe est précisément celle qui est en rapport avec la moelle. Il en résulte que la moelle présente sur la partie correspondante de sa périphérie une profonde dépression destinée à loger ce ligament. A l'extrémité supérieure de ce ligament, on voit constamment la coupe d'un vaisseau sanguin qui marche dans la même direction que lui et qui lui semble destiné. Sa longueur est la même que celle de la moelle.

Si on examine la moelle d'une Couleuvre ou d'un Python, on ne trouve que ce seul ligament disposé symétriquement de chaque côté. Mais chez le Boa, outre ce premier ligament, on en rencontre un second situé de chaque côté à la partie la plus externe de la face inférieure de la moelle, au point où la face latérale se continue avec la face inférieure. Le premier ligament n'est plus alors situé « un peu plus près de la partie inférieure que de la partie supérieure » de la moelle, mais il est reporté un peu en haut (en arrière) et se trouve à égale distance des deux faces inférieure et supérieure de la moelle.

Comme le premier, ce nouveau ligament est longitudinal par rapport à l'axe de la moelle ; comme lui encore, il est compris dans un dédoublement de l'enveloppe et est formé d'un faisceau serré de fibres conjonctives. Mais il est moins bien développé, et fait à la surface de la moelle une encoche moins profonde. Il n'est accompagné d'aucun vaisseau sanguin : il est à la fois beaucoup plus large et beaucoup plus aplati que le premier ligament.

Les insertions de ces ligaments n'ont pu encore être déterminées exactement, mais leur présence sur toute la longueur de la moelle semble devoir faire admettre qu'un rôle physiologique important leur est dévolu. En raison de l'amplitude considérable des mouvements dont sont le siège les articulations de la colonne vertébrale chez les Ophidiens, on peut se demander si ces ligaments n'ont pas pour but d'empêcher le tiraillement de le moelle, comme semblerait déjà l'indiquer leur grande ténacité. Et ce qui semble encore plaider en faveur de cette manière de voir, c'est que ces ligaments sont situés sur les parties latérales de la moelle et que précisément les mouvements de latéralité sont les plus développés chez les Serpents.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Saint-Denis. — Imp. Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

MÉMOIRE

SUR LA STRUCTURE ET LA REPRODUCTION

DE QUELQUES

INFUSOIRES TENTACULÉS, SUCEURS ET FLAGELLÉS

Par M. Ch. ROBIN

Membre de l'Institut

(PLANCHES XXXIX A XLIII.)

Les observations dont se compose ce mémoire se rapportent à des sujets très distincts, au moins en apparence. Un point commun les rattache : c'est que toutes concernent des animaux unicellulaires et quelques protophytes. Ces observations sont relatives au plus ou moins haut degré de complication anatomique de ces organismes, à leur développement et à leur nutrition.

Le § 1er contient la description des *Ophryodendron* observés pour la première fois par Wright, puis par Claparède. Ce sont les animaux unicellulaires, *tentaculés* seulement, non ciliés, ni flagellés, etc., qui ne rentrent, en un mot, dans aucune des familles d'Infusoires et de Rhizopodes connus jusqu'à présent.

Le § 2 décrit l'*Acinetopsis rara*, infusoire non connu jusqu'à présent, pourvu d'une thèque ou coque, très différent du précédent, bien que *tentaculé* aussi et ne rentrant également pas dans les familles connues d'Infusoires et de Rhizopodes.

Le § 3 décrit un Ver parasite fixé au corps des *Ophryodendron* vu et figuré par Wright, mais encore peu étudié.

Le § 4, le plus étendu, traite de la reproduction de la *Podophrya gemmipara* par des gemmes ciliées externes, puis du développement de celles-ci en individus adultes.

Les §§ 5 et 6 décrivent les gemmes externes à suçoirs ou rayons non ciliées de la *Podophrya Lyngybei* et quelques dispositions anatomiques de ces animaux.

Le § 7 traite d'une Trichodine marine non décrite et de la pièce squelettique si curieuse de ces infusoires ciliés.

Le § 8 fait connaître une variété sans collerette et pourvue de cirres de la *Conodosiga botrytis*.

Le dernier paragraphe traite de diverses questions relatives à la structure et à la reproduction des animaux unicellulaires en général.

§ 1. — Sur les Ophryodendron.

Claparède a décrit et figuré (Claparède et Lachmann : *Études sur les infus. et les rhizopodes*. Genève, 1860-1861, in-4, t. II, p. 143, pl. V, fig. 1 à 11), sous le nom d'*Ophryodendron abietinum*, un infusoire trouvé sur les côtes de Norwège, fixé soit à des Campanulaires, attachées elles-mêmes à des Zostères, soit à des algues parasites des Campanulaires.

Il le décrit comme un infusoire soit vermiforme, soit ovoïde ou pyriforme, fixé par sa plus petite extrémité, déprimé en fossette un peu sur le côté de sa portion libre, la plus grosse, portant là une trompe cylindrique, rétractile, s'amincissant graduellement jusqu'à sa terminaison, comme un tronc de sapin, et pourvue ici, sur le quart de sa plus grande longueur, de ramuscules mobiles.

Il le dit être le même animal que celui qu'a décrit un an avant Strethill Wright (*Description of the new protozoa*. Edinburgh New philosophical journal, october 1859, in-8°, p. 97, pl. VII, fig. 8 et 9, presented to Royal physical Society, 24 nov. 1858) sous le nom de *Corethria sertulariæ*. Claparède, l'ayant vu en 1855 et ayant déposé son travail à l'Académie des sciences de Paris cette même année, considère le nom d'*Ophryodendron* comme ayant la priorité, et le conserve. Il est certain toutefois que la première publication connue et même la plus exacte sur ce protozoaire est celle de Wright ; mais le nom de *Corethra* ou *Corethria* étant, depuis 1808, attribué à un genre de Diptères, ne doit pas être donné à un autre animal.

J'ai observé aussi cet Ophryodendron fixé au squelette externe des Sertulaires, qui sont attachées elles-mêmes aux *Fucus vesiculosus, serratus, nodosus*, etc., attaché en particulier à celui de la *Sertularia* ou *Dynamena pumila*, Lamx, ainsi que Wright l'avait vu.

La description et les figures données par Claparède diffèrent tellement de la réalité, qu'on penserait qu'il a eu sous les yeux une espèce autre que celle de Wright, s'il n'avait indiqué lui-

même l'identité dont il s'agit. D'autre part, la description et les figures de ce dernier demandent à être complétées et rectifiées sur plusieurs points.

L'*Ophryodendron abietinum* est un animal grisâtre, globuleux, ovoïde ou discoïde, presque toujours plus ou moins profondément bilobé, pourvu d'un long tentacule mince, extensible et rétractile, pourvu à son extrémité d'un faisceau de cirres mobiles (pl. XXXIX et XL, fig. 1, 2, 3 et 4). Son grand diamètre varie entre 6 et 13 centièmes de millimètre.

L'animal est fortement adhérent ou fixé aux sertulaires par un très court et étroit pédicule (pl. XXXIX et XL, fig. 1, 3 et 4 *a*). On l'en détache difficilement, même lorsqu'il est mort. Ce n'est qu'après l'avoir détaché ou quand on le comprime qu'on aperçoit ce pédoncule, qui n'a que rarement une forme régulière (comme celle que montre la fig. 3 *a*). Ce n'est que rarement aussi que le corps élève son grand diamètre au-dessus de ce point d'adhérence, en prenant une forme plus ou moins régulièrement ovoïde dans ce sens (fig. 4).

Le plus souvent, autour de ce point d'adhérence, il est, en outre, appliqué par toute sa face inférieure contre le squelette des Sertulaires, en forme de disque plus ou moins épais et plus ou moins régulier (comme la fig. 2 en géneral). Parfois c'est une portion d'hémisphère, plus ou moins aplatie ou surbaissée, toujours plus large qu'épaisse. Il en résulte qu'il est fréquemment difficile d'apercevoir ce corps, malgré son volume, et qu'habituellement on est conduit à lui par la vue des mouvements du tentacule et de son bouquet de cirres (*d*, *e*). Lorsqu'on voit un *Ophryodendron*, on en trouve souvent d'autres près de lui, sur la même Sertulaire, sur ses branches ou sur les individus voisins.

C'est sous forme d'une portion de sphère que Wright l'a figuré, sans indiquer leur mode d'adhérence et leur court pédicule, dont Claparède a beaucoup exagéré les dimensions.

Le corps de l'animal ne devient ovoïde ou plus ou moins régulièrement globuleux qu'après qu'on l'a détaché. Dans tous les cas, un sillon modifie cette forme en divisant le corps en

deux lobes rarement égaux. Le sillon peut être très superficiel ou s'avancer jusqu'au tiers de l'épaisseur du corps, dans la moitié ou une moindre partie seulement de sa circonférence (fig. 1, 2, 3, *b*). Le sillon manque parfois, mais très rarement (fig. 4) et par instants, consécutivement aux contractions du corps. C'est sous cet état que Wright, qui n'indique pas ce sillon, l'a décrit et figuré. Je n'ai jamais rencontré les formes que Claparède lui attribue, ni la fossette qu'il dit exister sur la portion libre et renflée qu'il représente. C'est, sans doute, le sillon décrit plus haut, qu'il a pris pour une fossette.

Les contractions de l'animal sont lentes, peu étendues, plissent par moments quelque point de la surface du corps, ainsi que l'a noté Claparède, mais n'amènent jamais la production d'expansions sarcodiques. Le corps et le tentacule résistent notablement à la putréfaction. L'acide acétique, l'ammoniaque, etc., les pâlissent sans les dissoudre. Les acides chlorhydrique et nitrique étendus les durcissent sans les resserrer, les fixent sous la forme qu'ils avaient au moment de leur action, sans les rendre ni plus ni moins grenus. Ils leur donnent, à la longue, un peu plus de transparence. L'iode les jaunit; le carmin les teinte.

La substance du corps (*sarcode granuleux* de Wright) est régulièrement et uniformément grenue, grisâtre, virant au jaunâtre sous le microscope dans les parties du corps les plus épaisses. L'aspect grenu et grisâtre du corps de l'animal est très caractéristique et en fait distinguer la masse de celle des corps voisins, dès qu'on le rencontre. Le nombre des granulations diminue et la transparence du corps augmente près de la superficie. Celle-ci est nettement et régulièrement limitée par une couche tenace, mais flexible, extensible, réfractant plus fortement la lumière que la substance sous-jacente, épaisse de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$ (fig. 1, 2 et 3). Elle ne se sépare en aucun cas de cette substance, à la manière d'une paroi cellulaire, et se présente comme une partie superficielle de celle-ci, plus ferme, sans cesser d'être en continuité moléculaire avec elle.

Les granules de la substance du corps ne dépassent pas

0,002^{mm}; je n'en ai vu aucun ayant quelque analogie avec les *cellules urticantes* (nématocytes) des Sertulaires, ni avec les *trichocystes* des infusoires, *trichocystes* que Claparède a décrits et figurés comme nombreux dans les Ophryodendron. Wright n'en parle pas non plus. Il m'a été impossible d'y apercevoir directement, ni par voie de coloration, de compression, etc., un noyau, ni une vésicule contractile. Claparède ne les a également pas rencontrés, et ce n'est que par probabilité qu'il est porté à considérer comme un nucléus une portion obscure dont il apercevait vaguement les contours.

Comme lui, je n'ai observé dans leur intérieur aucun organe.

Claparède dit avoir observé, dans quelques-uns, des embryons ciliés, qu'il a fait sortir par écrasement de l'individu générateur et qui mouraient peu après. Ces embryons, tels qu'il les décrit et les figure (*loc. cit.*, p. 147, fig. 10 *b* et fig. 11), sont par leur forme, leurs dimensions, leurs cils et leur vésicule contractile, en tout semblables à ceux des *Podophrya Lingbyei*, dont il sera question plus loin. Je n'ai pu rencontrer des Ophryodendron à cette période de leur existence, en sorte que je ne peux dire s'il y a confusion des gemmes d'une espèce avec celles d'une autre, ou s'il y a similitude réelle des embryons venant d'animaux si différents. Quoi qu'il en soit, le caractère *infusoriel* de ces embryons pourvus d'une vésicule contractile est une des raisons qui ont déterminé Claparède à ranger les *Ophryodendron* parmi les infusoires, dans la famille des Acinétiens. Mais nous verrons qu'ils n'appartiennent pas à ce groupe.

Claparède (*loc. cit.*, p. 145, pl. V, fig. 7) décrit et figure la gemmation d'Ophryodendron pourvus d'une trompe. J'ai vu également de ces animaux portant une saillie en forme de gemme (pl. XL, fig. 4 *h*), portant ou non elle-même de petites saillies (*i*) analogues. La continuité de la portion superficielle tégumentaire de l'un sur l'autre des individus était manifeste, ainsi que la transparence plus grande de la substance continue au niveau de leur jonction (*h*). J'ai vu ce point de continuité

réduit à un étroit pédicule (fig. 4), mais sans avoir pu saisir le moment de la séparation de la gemme en individu indépendant.

Le tentacule extensif et rétractile si caractéristique, porté par cet animal, est inséré dans le sillon plus ou moins profond qui rend le corps bilobé (pl. XXXIX, fig. 1, 2 et 3 *c*), ou sur un point de la surface opposé au pédicule quand manque toute dépression, ce qui est rare (fig. 4 *c*). On peut constater là, sous un grossissement assez fort, que la portion superficielle ou tégumentaire du corps se continue sur le tentacule, d'une part, et, de l'autre, qu'il est plein, la substance de celui-ci se prolongeant elle-même dans l'axe de cet organe. Quand le tentacule est rétracté (fig. 1, 2, 3 et 4, *d*), cette substance reste distincte là sous forme d'un filament rubané central, pendant que le tégument se ride d'autant plus profondément, avec saillies en dentelures latérales d'autant plus prononcées que la rétraction est plus complète.

Il faut noter que la substance du corps, dès qu'elle s'étend dans la base du tentacule (*trompe* de Claparède), cesse d'être grenue et reste homogène jusqu'au bout, comme le tégument lui-même; en sorte que, tout l'organe reste hyalin, sans granules, et n'offre de dispositions foncées que celles qui résultent du plissement et des sillons transversaux, un peu ondulés, dont la profondeur est proportionnelle au degré de sa contraction.

Wright, qui ne parle pas de l'extension du tentacule, le décrit et le figure exactement, dans l'état de retrait, sous le nom de colonne, et indique les différences visibles entre la partie centrale et la partie superficielle plissée en travers.

Contrairement à ce que décrit et figure Claparède, le tentacule n'est pas strié en long intérieurement, il n'est pas cylindrique et ne va pas en s'amincissant graduellement jusqu'à son extrémité. Étendu ou rétracté, il reste toujours d'égale largeur d'un bout à l'autre, sauf souvent une courte terminaison en pointe mousse à l'extrémité libre (pl. XL, fig. 5, *e*). Absolument rubané, large de $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$ et long d'un millimètre et plus dans l'état d'extension, le retrait le laisse toujours sensible-

ment aplati, et non cylindrique, large de $0^{mm},020$ ou environ, et long alors de 1 à 2 dixièmes de millimètre au plus (fig. 1, 2 et 3).

Des cirres incolores en forme de feuille de pin, longs de $0^{mm},030$, huit à dix fois moins larges, aplatis, au nombre, non pas de 15 à 20 seulement, comme le dit Claparède, mais de 30 et plus, suivant les individus, sont insérés à l'extrémité du tentacule (pl. XXIX et XL, fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6, *ee*). Dans l'état d'extension, ils occupent le 5e (fig. 5, *e*, *e*) environ de sa longueur; dans l'état de retrait, ils sont rassemblés à son extrémité en pinceau ou bouquet plus ou moins divariqué, d'aspect très caractéristique. Ils sont insérés par continuité sur le tentacule et s'en détachent difficilement (fig. 6). Ils résistent, comme le corps de l'animal, à l'action des divers agents indiqués plus haut (pl. XL). Ils sont homogènes, incolores, transparents, sans stries ni granulations.

Le tentacule s'allonge et se contracte alternativement de deux en deux minutes environ. Il s'infléchit lentement en divers sens durant l'allongement. En même temps, les cirres se meuvent vite et continûment dans les sens les plus divers, comme des doigts qui tâtonnent, avec ou sans inflexions (fig. 6, *e*, *e*). Ces mouvements n'ont rien de ceux des cils vibratiles, ni même de ceux des flagellums. Les plis du tentacule apparaissent dès que la contraction l'a réduit au quart de sa longueur ; ils vont en augmentant de nombre et de profondeur, jusqu'à ce que le retrait complet en ait fait comme une colonne droite, presque rigide, striée en travers, et jusqu'à ce que les cirres se groupent en touffes ou pinceau à filaments immobiles ou à mouvements restreints. Je n'ai jamais vu le tentacule rentrer en entier dans l'intérieur du corps, ni prendre la forme de massue, comme l'indique Claparède pour les individus qu'il a observés.

Malgré la vivacité des mouvements des cirres, la régularité et la fréquence de l'extension du tentacule même, pas plus que Claparède, je ne l'ai vu saisir ni attirer des corpuscules alimentaires quelconques. Aucune matière du dehors ne pénètre dans l'intérieur de leur corps ni dans le tentacule, contrairement à ce qu'on voit sur les Rhizopodes et les Infusoires. Il n'émet

jamais des expansions ou pseudopodes, à la manière de ce que font les Amibiens et autres Rhizopodes. La surface du corps est du reste limitée, comme nous l'avons déjà dit, par une portion ou couche superficielle mince, plus consistante que la substance sous-jacente avec laquelle elle est en continuïté.

Cet animal est certainement de la classe des animaux unicellulaires ou protozoaires, quoiqu'il n'ait ni noyau, ni vésicule pulsatile, dans l'âge adulte, le seul connu; car personne, au fait, n'a encore suivi les phases de sa reproduction et de son développement. C'est un *infusoire tentaculé*, comme le sont les Noctiluques, mais non flagellé, et moins gros que celles-ci.

Du reste, il y a d'autres infusoires que celui-ci qui sont *tentaculés* sans être ni flagellés ni ciliés. Tel est l'*Acinetopsis rara*.

Wright donne le tissu du corps des *Ophyodendron*, comme voisin de celui des *Actinophrys*. Mais nous avons déjà vu qu'il n'émet pas de pseudopodes.

Wright appelle *tentacules* et *palpo-cils* les cirres mobiles du tentacule, et les considère comme analogues à ceux des Acinètes. C'est ce que fait aussi Claparède, qui les appelle des *branches de la longue trompe*, et les dit analogues aux *rayons* des Acinètes, fonctionnant comme des *suçoirs*. Il classe par suite les Ophryodendron dans le groupe des Acinétiens (*loc. cit.*, 2e partie, p. 146). Mais nous avons vu que, malgré la continuité avec la substance du tentacule à leur point d'insertion sur lui, les cirres ou palpes formant balai ou pinceau à son sommet n'ont aucun des caractères des *rayons* ou *suçoirs* des Acinètes. Ils sont, en effet, plus rétrécis là que dans le reste de leur étendue; ils sont sensiblement aplatis, bien plus vivement mobiles en divers sens que les *rayons* des Acinétiens, nullement rétractiles ni extensibles, nullement terminés en pointe, comme dans les *Podophrya*, etc., ni en bouton, comme dans les *Acineta* et autres.

Les Ophryodendron ne peuvent, par conséquent, pas être classés parmi les Acinétiens ou infusoires dits *suceurs* (Claparède), en raison de l'existence des *rayons* appelés *suçoirs* qui les caractérisent nettement.

§ 2. — **De l'Acinetopsis rara.** Ch. R.

L'*Acinetopsis rara* (pl. XL, fig. 8, *a*, *b*, *c*, *d*) est un infusoire tentaculé que j'ai observé trois ou quatre fois fixé sur des Sertulaires au milieu de plusieurs centaines de Vorticelles, d'Acinétiens, de Podophrya, etc., à Concarneau.

C'est un animal long de $0^m,07$ à $0^m,09$, d'un tiers moins large, remplissant une coque ou thèque en forme de verre à pied (comme celle du *Cothurnia*) que supporte un très grêle pédoncule long d'un dixième de millimètre (fig. 8, *a*). Corps (*b*, *c*) uniformément grenu, grisâtre, avec une petite vésicule pulsatile (*h*), à surface libre, plane (*c*), portant à son centre un tentacule extensible (*d*, *e*) et rétractile alternativement (*f*, *g*).

Le pédicule grèle de la thèque ou coque est en continuité de substance avec celle-ci, qui est très mince, incolore, flexible, à bord libre circulaire. Le corps, finement et uniformément grenu, grisâtre, ne dépasse pas ce bord ; souvent même il est un peu rétracté au-dessous (*c*) et se sépare par instants du fond de la thèque et de sa circonférence latérale. La vésicule pulsatile est petite et ne se voit que par instants.

Ce qui caractérise partout cet animal et le distingue nettement des Acinètes grisâtres et incolores comme lui, l'*Acineta patula,* Claparède (fig. 9) et autres (fig. 10), au milieu desquelles il se trouve souvent, c'est d'une part l'absence complète des expansions ou suçoirs multiples propres aux Acinétiens. C'est d'autre part l'existence d'un long tentacule (*d*, *e*) en voie presque incessante d'extension et de contraction rapides, inséré au centre (*d*) de la face libre et plane du corps de l'animal et en continuité de substance évidente avec lui.

Dans l'état d'extension, la tentacule a 1 millimètre et plus de longueur sur une largeur de 4 à 5 millièmes de millimètre dans toute son étendue, à bords parallèles, sans renflements, amincissements ni appendices à l'une ni à l'autre de ses extrémités (*d*, *e*). Il est incolore, homogène, assez résistant, sans granules mobiles ou immobiles dans son intérieur. Le retrait

complet le réduit à l'état de colonne cylindrique droite, longue de 5 à 8 centièmes de millimètre, large de 1 centième environ, marquée de rides transversales rapprochées, dues à sa contraction. Durant la rétraction, lorsqu'elle est arrivée à la moitié de son accomplissement, on voit que le tentacule est formé d'un filament central autour duquel court en spirale une mince membrane ondulante (*f*), qui n'est plus apercevable dès que l'extension se complète. Dans ce dernier état, le tentacule est rectiligne, mais susceptible de longues courbures et d'inflexions dans tous les sens, avant ou pendant la rétraction. On ne lui voit pourtant saisir aucun corpuscule alimentaire.

Je n'ai pu trouver la description de cet animal dans aucun recueil.

Il tient des Acinètes par sa coque ou thèque pédonculée (pl. XL, fig. 8), de certaines d'entre elles (pl. XXXIX, fig. 9 et 10) par la structure et l'aspect de la substance qui compose son corps; mais il en diffère par l'absence des expansions dites rayons ou suçoirs que présentent les premiers de ces infusoires ; il en diffère surtout par l'existence d'un *tentacule*, qui manque aux Acinétiens. Ce *tentacule*, en se contractant, se raccourcit avec formation de plis transversaux de plus en plus profonds, et finalement d'une sorte de courte colonne (fig. 8, *g*) sillonnée en travers; mais celle-ci, ou si l'on veut la matière composant le tentacule, ne rentre pas dans le corps de l'animal comme le fait la substance hyaline qui par extension forme les rayons ou suçoirs des Acinétiens. Quelque rigides que semblent souvent ceux-ci au premier aspect (pl. XXXIX, XL et XLI, fig. 10 à 14), alors même qu'ils sont réellement plus longs que l'infusoire n'est large et long, ils rentrent par moments d'une manière complète dans le corps de celui-ci, ils recommencent à former partie intégrante en se fusionnant avec lui. Malgré sa transparence (fig. 9 et 10), on ne peut les apercevoir dans ce corps; jamais, en un mot, ils ne restent en dedans ce qu'ils étaient au dehors, c'est-à-dire des filaments indépendants les uns des autres.

On ne saurait donc, malgré leur thèque et son pédicule, con-

sidérer les *Acitenopsis* comme étant de la famille des Acinétiens ou Infusoires suceurs.

Le tentacule des Ophryodendron se comporte, ainsi que nous l'avons vu, comme celui des Acinétopsis. Seulement son plus grand volume fait que la colonne un peu aplatie qu'il forme est plus grosse, à plis transversaux plus grands, ondulés, séparés par des sillons plus profonds, avec une partie centrale ou axe longitudinal plus large et plus épaisse. Ses palpes ou cirres (fig. 1 et 6, *e*), mobiles, mais non rétractiles, n'ont rien des suçoirs des Acinétiens. Les Ophryodendron ne sont donc nullement des infusoires de cette famille, bien qu'ils soient unicellulaires, et malgré l'absence de coque ou thèque ainsi que de vésicule pulsatile, ils se rapprochent plus des Acinetopsis que de tout autre animal.

§ 3. — De l'Helminthe parasite des Ophryodendron.

Wright a signalé, comme non constant, inséré sur les Ophryodendron, un corps vermiforme qu'il suppose être soit une grégarine, soit un individu nouveau en voie de gemmation (*loc. cit.*, 1859, p. 98, fig. 8 et 10).

Claparède (*loc. cit.*, p. 144 et 145, pl. V, fig. 2, 3 et 4), décrit et figure ce même corps, tant comme Ophryodendron vermiforme, sans trompe, que comme gemme et comme individus fixés sur quelqu'un de ceux qui sont pourvus d'une trompe. Seulement, pour la forme et le volume, ses figures ne valent pas celles de Wright. Il décrit et dessine dans ce corps vermiforme les mêmes *trichocystes* qu'il dit avoir vus dans les Ophryodendron. Or, Wright ne les signale pas, et j'ai vérifié moi-même souvent leur non-existence.

Claparède a certainement pris là pour Ophryodendron indépendant ou en voie de gemmation un animal, le Parasite, qui en diffère absolument, et dont il n'a exactement indiqué que les mouvements lents en tout sens autour de son extrémité adhérente et le plus de transparence de la partie antérieure libre comparativement à l'autre.

Les faits qui suivent montrent que cet animal est une larve d'Helminthe d'espèce encore indéterminée. Ce n'est pas une gemme d'Ophryodendron, car la substance qui le compose diffère de celle de ces protozoaires; il en est séparable sans rupture et reste fixé à eux par son extrémité postérieure, en raison de l'existence là d'un organe spécial.

Ce n'est pas une Grégarine, car il n'a ni la forme ni la structure de celles-ci. Il ne possède ni noyau, ni vésicule pulsatile, ni la striation grenue des Grégarines, etc.

Il est pourvu à son extrémité postérieure, la plus épaisse, d'un organe jaunâtre, d'aspect chitineux, réfractant assez fortement la lumière, en forme d'ancre (pl. XXIX et XL, fig. 3, 4 et 7, *j*), dont la mince tige, longue de $0^{m},05$ à $0^{m},06$, est terminée par cinq à six pointes ou crochets courts. Ces pointes sont la seule partie de cet organe fixateur qui soit implantée dans la portion superficielle du corps de l'Ophryodendron (*j*). Le manche ou tige grèle cylindrique, un peu renflé à l'extrémité sans crochet (*k*), est plongé dans le corps de l'animal auquel il appartient, sous le tégument de la portion postérieure, qui est comme coupée ou tronquée obliquement (fig. 3, 4 et 7, *j*, *k*).

Sur la moitié environ des Ophryodendron, on voit un et parfois deux de ces petits vers cylindriques à extrémités mousses, dont la longueur varie entre 1 et 2 ou même 3 dixièmes de millimètre. Leur épaisseur est de $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$ (pl. XXIX et XL, fig. 3 et 4, *j*, *k*, *l*).

Ils sont toujours fixés plus ou moins près de l'insertion du tentacule, fortement adhérents à la fois par l'implantation de l'organe propre de fixation et par application de l'extrémité postérieure du corps qui le porte; celle-ci est obliquement coupée en forme de ventouse (fig. 7, *j*, *k*). Quand, par la pression, celle-ci se décolle, le Vers tient encore par le crochet chitineux jaunâtre décrit plus haut, et flotte avec l'Ophryodendron, séparé des Sertulaires. Aucune de ces dispositions n'a été décrite, non plus que l'organe de fixation.

Ce Vers est grisâtre, finement granuleux, notablement plus transparent à son extrémité antérieure qu'à l'autre. La pre-

mière, plus mince, est mousse, nettement terminée en forme de ventouse circulaire, à lèvre à peine saillante. On ne voit ni trompe ni orifice au centre de cette extrémité. L'autre paraît circulaire et plane tant qu'elle est adhérente à l'Ophryodendron ; mais sur l'animal détaché on voit qu'elle est assez régulièrement ovalaire, comme celle d'un cylindre obliquement coupé (fig. 3, 4 et 7, *j*, *k*). Une légère bordure en relief la circonscrit, et constitue en haut une saillie en forme de talon (fig. 7, *k*).

Le grand axe de cette face terminale du parasite est traversé, comme nous l'avons dit, sous le tégument, par la tige du crochet de fixation, sur une longueur de $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$. C'est près d'une courte saillie qu'il fait hors de l'extrémité même du corps (*j*) qu'il se termine par des pointes ressemblant aux crochets d'une ancre. Après la mort, elles seules tiennent très nettement le vers appendu au protozoaire (fig. 3 et 4). Cet organe et ses crochets sont jaunâtres, d'apparence chitineuse. Sa tige est épaisse de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$, et ses pointes ou crochets de $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$.

Nous savons déjà que c'est autour de son extrémité postérieure fortement fixée que ce parasite oscille lentement, en se recourbant avec des mouvements vermiformes, tâtonnants, sans allongements ni resserrements du corps ni de ses extrémités. Ce Vers résiste à la putréfaction et aux réactifs plus encore que le protozoaire qui le porte. La substance qui le compose est finement et uniformément grenue, plus en arrière qu'en avant, et sans mouvements propres. Je n'ai pu en déterminer nettement l'état multicellulaire par le carmin, après ni avant le durcissement. Mais les acides chlorhydrique et azotique étendus la coagulent, en la faisant se rétracter sous forme de grumeaux ; elle se sépare alors nettement d'une paroi propre cuticulaire, homogène, résistante, sans plissements ni changements de forme. Nulle séparation analogue n'a lieu dans les Ophryodendron qui portent le parasite.

On ne saisit sur ce parasite ni bouche, ni anus, ni le tube digestif, au moins en voie de formation, qu'on trouve dans les

larves filariennes de beaucoup de Nématoïdes, auxquelles ils ressemblent morphologiquement et par la constitution de son contenu et de son tégument.

Classer cet animal et lui donner un nom serait risquer de faire double emploi, et prématuré tant que les phases de sa génération et de son développement, près ou loin des Ophryodendron, n'auront pu être suivies.

§ 4. — Sur la génération gemmipare de la Podophrya Lyngbyei, Ehrenberg.

Cienkowski (*Bemerk. ueber Stein's Acinetenlehre. Bulletin physico-mathématique* de l'Acad. des sciences de Saint-Pétersbourg, 1855, in-4°, t. XIII, pl. 298) a décrit et figuré la production d'embryons dans le corps de la *Podophrya fixa.* Claparède en a figuré et décrit en voie de formation et d'issue hors du corps de leur générateur sur plusieurs espèces d'eau douce, comme la précédente (*loc. cit.* 1860, 2e partie, p. 111 et suiv., pl. II, III, etc.). Parmi ces espèces d'eau douce se trouve la *Podophrya quadripartita*, sur laquelle Bütschli a montré, comme Stein et ces derniers auteurs, que ces rejetons ou *gemmes internes* se forment autour d'un prolongement du noyau. (Bütschli. *Ueber die Enstehung des Schwarmsprossling der Podophrya quadripartita. Jenaische Zeitschrift für naturwissenschaft. Iena*, 1876, in-8°, p. 287, pl. IX.) Engelmann avait constaté aussi ces faits sur ces mêmes espèces et autres d'eau douce (*Zeitschr. fuer wissenschaftl. Zoologie.* Leipzig, in-8°, 1861, p. 376). Nul de ces observateurs, ni Claparède et Lachmann, n'a vu la reproduction par gemmes externes. Le prolongement non cilié que ces derniers ont décrit et figuré (*loc. cit.*, 2e partie, pl. IV, fig. 7) sur la *Pod. quadripartita*, n'est certainement qu'une disposition accidentelle.

J'ai pu suivre très souvent les phases de la gemmation, et de plus celles du retour évolutif des gemmes à l'état d'individus parfaits sur la *Podophrya Lyngbyei*. Cette espèce, comme on le sait, est commune en Europe sur toutes les côtes de l'Océan,

adhérente surtout aux Sertulariens, en général, et aussi aux Fucus qui portent ceux-ci, parfois aux coquilles des Mollusques et aux Bryozoaires, comme le remarque Ehrenberg; l'*Acineta tuberosa* est sa compagne constante, ainsi que l'a vu Claparède, et même quelques autres espèces d'Acinètes à corps non coloré.

R. Hertwig (Ueber *Podophrya gemmipara*, etc... Morphologische Jarbuch. Leipzig, 1875, in-8°, t. I, p. 20, pl. I et II) a bien décrit et figuré les phases de cette gemmation externe et les gemmes libres. Mais il faut noter que l'espèce qu'il a trouvée aussi sur presque tous les Hydrozoaires de l'île d'Helgoland, et qu'il nomme *P. gemmipara*, n'est autre que la *P. Lyngbyei* de Claparède et Lachmann (*loc. cit.*, 1re partie, p. 382, et 2e partie, p. 130, pl. I, fig. 8. *Acineta Lynbyei*, *Ehrenberg. Die Infusorienthiere*. Leipzig, 1838, in-folio, p. 241, pl. XX, fig. 8). Hertwig la décrit bien mieux, et ses fig. 1, 2 et 3 (pl. I) font plus facilement reconnaître l'animal qu'on a sous les yeux que celles de ses prédécesseurs. Mais on retrouve dans les descriptions de ceux-ci tous les caractères essentiels relatifs au volume du corps, à sa constitution, aux dispositions que prennent ses expansions ou suçoirs (Claparède), ses granules colorés, ses vésicules pulsaltiles, son pédicule et son habitat. Sous ce dernier point de vue, on n'observe sur nos côtes océaniques aucune Podophrya ni Acinète qui corresponde mieux aux descriptions de ces auteurs que celle qu'Hertwig et moi avons vue. R. Hertwig donne, il est vrai, comme diamètre du corps $0^{mm},06$ à $0^{mm},20$, et comme longueur du pédoncule $0^{mm},2$ à $0^{mm},8$; mais bien que, suivant les milieux dans lesquels ils vivent, les infusoires de même espèce varient un peu de volume, je crois qu'il y a là quelque erreur de mensuration; car, comme Ehrenberg et Claparède, j'ai trouvé le corps en moyenne large de $0^{mm},06$, atteignant, bien que rarement, $0^{mm},08$, descendant à $0^{mm},03$ au minimum. La longueur du pédoncule variait entre quelques centièmes de millimètre et trois dixièmes, très rarement quatre dixièmes. Le nom de *P. gemmipara* est donc une désignation inutile, d'autant plus qu'il y a probablement d'autres espèces gemmipares. Ces différences dans les chiffres sont les

seules qui existent entre les individus que j'ai observés et ceux qu'à décrits et figurés Hertwig. Il y a similitude pour les gemmes ou embryons libres et en voie de formation.

De plus, on peut voir, pour un moment, tous les suçoirs subuliformes, très aigus, plus longs que le corps n'est large sur certains individus, tous à l'état mousse et tronqué sur d'autres, et enfin en partie sous cette forme, en partie avec la première sur quelques-uns.

On peut suivre encore les mêmes suçoirs larges à la base, effilés, terminés en pointe aiguë, se rétractant de manière à rendre leur extrémité libre mousse, comme tronquée et souvent légèrement élargie en bouton ou ventouse, ainsi que cela est constant sur les Acinètes. Le phénomène inverse s'observe souvent, c'est-à-dire qu'on voit s'allonger en pointe effilée les suçoirs à extrémité restée mousse pendant quelque temps, parmi ceux qui rayonnent sous forme d'alène aiguë.

R. Hertwig considère les rayons aigus comme des filaments préhenseurs, et ceux qui sont mousses comme des suçoirs ou tubes de succion. Si réellement ces différences existent sur le vivant, hors de l'état de durcissement sous lequel étaient les individus qu'il a observés; si les seconds de ces organes ne sont pas simplement les premiers plus ou moins rétractés, et, par suite, un peu élargis, fixés ainsi par l'acide chromique, cela, joint aux différences de volume indiquées plus haut, ferait réellement de la *P. gemmipara* une espèce distincte de la *P. Lyngbyei*; mais là il n'y a pas d'autres différences à signaler.

La diagnose du Protozoaire dont il est ici question peut donc être actuellement formulée ainsi :

Podophrya Lyngbyei. Clap. et Lach. (1860.)

Acineta Lyngbyei. Ehrenb. (1838.)

Podophrya gemmipara. R. Hertwig. (1875.)

« Corps large de $0^{mm},03$ à $0^{mm},08$, cyathiforme, plus ou « moins soit élargi, soit resserré, presque ovoïde, rendu plus ou « moins opaque par des granules d'un brun rougeâtre ou jau- « nâtre, à face supérieure circulaire, plate ou bombée, lisse ou « uniformément garnie de suçoirs incolores, subuliformes

« plus ou moins aigus, parfois rétractés et mousses; deux vési-
« cules pulsatiles, par moments invisibles; pourvu d'une
« mince thèque hyaline et porté par un pédicule simple, inco-
« lore, pouvant atteindre une longueur de 3 dixièmes de milli-
« mètre et une largeur de $0^{mm},03$ à sa partie supérieure.

« Portant ou non des gemmes ou embryons soit internes
« (Claparède), soit externes. Noyau des adultes et des embryons
« visible après l'action des réactifs seulement. »

Habitat. Fixés principalement aux Sertulariens que portent les rochers et les *Fucus* des rivages de l'océan européen, à côté de nombre d'autres animaux et végétaux microscopiques, parfois aussi attachés directement aux Fucus, aux coquilles des Mollusques, etc.

Parmi ces végétaux se trouvent nombre des filaments mycélioïdes épais de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$, classés sous les noms de *Leptothrix*, etc., qui, fixés par l'une de leurs extrémités sur les *Fucus*, les Sertulariens, les Acinètes même, les hérissent plus ou moins, et ont depuis une longueur imperceptible jusqu'à un dixième de millimètre ou environ.

Nous avons dit que la forme du corps (f. 14 à 28. *c*, *d*) est ordinairement celle d'une coupe d'un dessin souvent élégant; tantôt elle est plus large que haute, tantôt c'est l'inverse ou les diamètres sont égaux, la largeur variant entre $0^{mm},03$ et $0^{mm},08$. La partie la plus étroite (*d*) ou inférieure, à surface fréquemment un peu déprimée, adhère au sommet arrondi du pédicule. La face opposée (supérieure, orale ou sommet), plus ou moins bombée dans toute son étendue, élégamment chargée d'*expansions*, *rayons* ou *suçoirs* incolores, plus ou moins nombreux, non groupés en faisceaux. La face inférieure et la périphérie du corps sont pourvues d'une *thèque*, *pellicule*, *coque* ou *cuirasse*, membraneuse, hyaline, résistante, quoique mince et plissable, non cassante, qui se replie sur la face supérieure pour s'y continuer en s'amincissant, comme nous l'indiquerons plus loin.

La substance du corps ne se sépare et ne se détache ni par places, ni par instants, ni complètement de cette coque

ou cupule, comme elle peut le faire et le fait réellement parfois sur les Acinètes (fig. 9, 10 et 11) ; mais cette coque se distingue de la première par ses minces contours, ses plissements , sa résistance aux réactifs et à la destruction cadavérique comparativement à celle-là. De plus, on voit que, partout où elle existe, nul suçoir ou expansion ne se produit. L'acide nitrique et les autres agents durcissants rendent finement grenue et plissent plus ou moins régulièrement cette thèque.

En se repliant, elle produit un petit relief ou bourrelet circulaire, légèrement transparent sous le microscope, dessinant le bord ou pourtour d'une coupe (*d*), en dedans duquel se montrent aussitôt les expansions ou suçoirs les plus extérieurs. Dans toute l'étendue de cette face supérieure ou ovale du corps, elle est comme réduite à un mince endurcissement pelliculaire hyalin de la substance superficielle du corps que traversent les suçoirs en la relevant un peu autour de la portion traversée, ainsi que l'a vu, décrit et figuré Hertwig.

La présence de cette *coque*, que Claparède et Lachmann (*loc. cit.*, 1re partie, p. 381) disent à tort ne pas exister et constituer un caractère distinctif entre les *Podophrya* et les *Acineta*, ne sépare pas les espèces classées dans ces deux genres autant que ces auteurs l'admettaient.

La couleur du corps est généralement le brun jaunâtre ou rougeâtre plus ou moins foncé; mais on en trouve qui offrent depuis le ton grisâtre incolore, très transparent (fig. 24), jusqu'au brun foncé opaque (fig. 19 et 25), en passant par ceux qui sont d'un jaune-citron, orangé ou verdâtre. Ces couleurs sont dues à des granules qui offrent cette teinte même; ceux qui sont brunâtres, étant généralement les plus gros, atteignent jusqu'à $0^{mm},004$ ou $0^{mm},005$, tous plongés dans un sarcode mou, incolore, contenant des granules fins et grisâtres en quantité variable. Cette substance se creuse de vacuoles dans l'état cadavérique, qu'il est facile de distinguer des deux vésicules pulsatiles, déjà décrites et figurées par Claparède, dont la plus grande largeur dépasse rarement $0^{mm},008$. Les granules empê-

chent souvent de voir celles-ci, surtout lorsqu'elles ne sont pas entièrement dilatées. Parfois, on n'en voit qu'une, au moins par moments. Elles siègent généralement au niveau de la partie la plus large des corps ou un peu au-dessus, sans être toujours au même niveau.

Le noyau, pâle, grisâtre, épais seulement de $0^{mm},005$, plus ou moins long, recourbé, est souvent bifurqué ou trifurqué même, comme l'ont décrit et figuré Stein puis Claparède sur diverses Acinètes. Il est presque toujours rendu invisible par les granules colorés avant l'action des acides acétique et nitrique, qui ne le mettent, du reste, pas toujours en évidence. Hertwig l'a bien décrit et figuré après l'action de l'acide chromique et du carmin.

Quant aux élégantes irradiations ou *suçoirs*, ils hérissent toute la face supérieure de l'animal, et ne sont disposés ni en cercle, ni en faisceaux distincts. Ils sont absolument incolores, homogènes. Ceux seulement qui sont en voie de retrait, sont plus ou moins finement chargés de plis transversaux, dont le nombre et l'écartement varient et peuvent simuler un état grenu qui n'est pas réel (fig. 27). Ces *suçoirs* peuvent être nuls, laissant lisse toute la surface du corps (fig. 26), ou fort nombreux, plus ou moins courts, et à extrémité coupée nettement, avec ou sans léger élargissement, bouton ou ventouse terminaux (fig. 26), ou prolongés en pointe aiguë, jusqu'à posséder une, deux et même trois fois la longueur du corps.

Cette disposition en pointe a déjà été bien signalée sur la *Pod. trold.* par Claparède et Lachmann (*loc. cit.*, 2e part., p. 128, pl. IV, fig. 5). Ils ont également décrit sur la *P. Lyngbyei* l'état plissé en travers et rugueux comme mamelonné que la demi-rétraction donne souvent aux suçoirs. Hertwig a décrit et figuré aussi ces dispositions. Elles sont parfois en petit analogues à celles du tentacule de l'*Acinetopsis rara* Ch. R. (pl. LX, fig. 8). Seulement, le tentacule de celle-ci, comme celui de l'Ophryodendron (pl. XXXIX, fig. 1 et 2) dans l'état de retrait le plus prononcé, reste sous forme de colonne extérieurement saillante, plus ou moins plissée, sans jamais rentrer en entier dans le corps de

l'animal qui les porte, comme le font au contraire les suçoirs des Acinétiens en général.

Sur les individus enkystés, la substance du corps, souvent un peu rétractée, écartée de la paroi du kyste (fig. 30), conserve quelquefois ses prolongements ou rayons sur la surface supérieure; mais ils sont courts, à l'état de retrait partiel, à extrémité mousse, comme coupée carrément. La surface extérieure du kyste est ordinairement couverte de bactéries et autres corpuscules qui la hérissent et la rendent rugueuse. Cet enkystement, qui n'est pas rare, a été décrit et figuré plus ou moins exactement depuis longtemps sur divers *Podophrya* d'eau douce (Cienkowski, *Ueber Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. fuer Wissensch. Zoologie.* Leipzig, 1854, in-8°, t. VI, pl. X, fig. 17, 18). Hertwig les a bien décrits et figurés. Le sommet arrondi du pédoncule remonte un peu à l'intérieur de la base adhérente du kyste (pl. XLII, fig. 30, *a*).

On sait que les kystes ont parfois été pris, non pour ce qu'ils sont, c'est-à-dire une phase préliminaire de la reproduction par scission, mais pour des protozoaires spécifiquement distincts par Veisse (1845), qui appelait *Orcula trochus* la *Podophrya fixa* enkystée, par Stein, etc.

L'ammoniaque ramollit beaucoup toute la substance du corps du *Podophrya* en la pâlissant beaucoup; elle agit de même sur les expansions, qu'elle finit par faire disparaître. Elle reste sans action sur la pellicule ou coque informe de cupule, qui contient la masse sarcodique, fait distinguer l'une de l'autre; elle permet de séparer facilement la cupule ou le corps du pédicule, sans avoir d'action sensible sur celui-ci. L'acide chlorhydrique contracte le sarcode granuleux contenu dans la cupule, et met en évidence le bord de celle-ci et l'homogénéité de sa substance. Il la plisse quelquefois, ainsi que celle des Acinètes, qu'il sépare bien du contenu sarcodique.

Les acides sulfurique et acétique n'attaquent ni les vésicules pulsatiles, ni les expansions ou suçoirs des Podophrya et des Acinètes. Ils ne font que recourber ou infléchir ces filaments et les rendre souvent très finement grenus.

Sur l'animal vivant, ces derniers sont susceptibles non seulement de retrait et d'allongement lents, alternatifs, mais encore d'inflexion et de redressement à leur base ou sur quelque point de leur longueur. Cela se voit surtout lorsqu'ils saisissent quelque proie. (Claparède, *loc. cit.*, 2e part., pl. I, fig. 2.)

Le pédoncule, toujours simple, est un cylindre creux à paroi très mince, bien limitée, a ses faces interne et externe homogènes, sans granules, très rarement finement strié en long par plissement, ou en travers à sa partie supérieure. Là un reploiement, plissé ou non, lui donne parfois l'aspect d'un chapiteau (pl. XLII, fig. 28, *a*) plus large que le reste de l'organe. Ce pédoncule tubuleux va en s'amincissant de haut en bas ; il est fermé aux deux bouts, rarement un peu élargi à son extrémité inférieure adhérente aux corps étrangers. Il est plein d'une substance homogène, sans granules, incolore, non coagulable, que Hertwig dit être solide. Il est tantôt réctiligne, tantôt courbé, et s'infléchit aisément sans se rompre.

L'extrémité supérieure, arrondie, repousse parfois un peu du côté du corps la portion de la thèque à laquelle elle adhère, et dont elle ne se détache aisément qu'à l'état cadavérique et après l'action de l'acide acétique ou de l'ammoniaque. La longueur de ce pédoncule varie depuis quelques millièmes de millimètre (fig. 23, *j*, *k*) jusqu'à 3 ou 4 dixièmes au plus, et son épaisseur depuis $0^{mm},005$ jusqu'à $0^{mm},30$ à la partie supérieure. Il n'y a pas de rapport d'un individu à l'autre entre ces dimensions et celles du corps de l'animal.

Ces particularités, dont il sera question, concernant la génération et le développement graduel du pédoncule (fig. 23), étant certainement communes à tous les Acinéticus pédonculés, prouvent qu'on ne peut guère s'appuyer sur la longueur de cet organe pour séparer les espèces les unes des autres.

Développement des gemmes externes des Podophrya Lyngbyei.— La production des gemmes externes s'accomplit tout entière sans que, le plus souvent, les rayons cessent d'exister, de se produire ou de se rétracter (fig. 16 à 20). La gemmation s'annonce par l'apparition au centre de la face supérieure (fig. 16) d'une por-

tion en forme de calotte du sarcode hyalin, sans granules colorés. Les rayons manquent là, et ceux qui existent sont comme refoulés en cercle vers la périphérie. Au bout de quelques minutes, on voit autant de saillies qu'il y aura de gemmes, toutes conoïdes ou linguiformes, courtes, bientôt aplaties en dedans, grisâtres, transparentes, rangées en cercle, s'il y en a trois, quatre ou plus, cercle toujours très régulier. Deux à trois heures après, celles-ci se détachent, deviennent libres et nagent çà et là comme autant d'embryons (pl. XL, fig. 21 et 22).

Après une demi-heure au plus, elles font une saillie qui a le quart environ de la longueur totale qu'elles posséderont plus tard, saillie conoïde, concave, comme creusée du côté interne, par lequel elles se regardent quand il y en a plus d'une; car, selon le volume du générateur, il s'en produit une, deux, quatre, six et même huit (fig. 20). Hertwig dit en avoir vu jusqu'à douze, ce que je n'ai jamais observé. Ces gemmes sont transparentes, finement grenues, grisâtres (fig. 19); à mesure qu'elles s'allongent et grossissent (fig. 18), elles repoussent circulairement les rayons vers le bord de la cupule. Les phases ultérieures consistent simplement en une continuation de cet allongement graduel. Au fur et à mesure qu'il avance, on peut voir que la face interne devient un peu plus concave qu'elle n'était, et que la concavité est pourvue d'un bord bien limité; quand les gemmes ont acquis les cinq sixièmes ou environ de la longueur qu'elles doivent avoir (pl. XLII, fig. 20), on remarque une rangée de cils courts s'agitant vivement sur toute l'étendue de ce bord, mais il n'y en a pas sur les faces, ni qui soient disposés circulairement en ceinture transversale, comme ceux que, depuis Cienkowski et Claparède, tous les observateurs ont décrits et figurés sur les embryons internes des Podophrya d'eau douce.

A compter du moment où les cils et leur agitation sont visibles, les gemmes se rapprochent et s'écartent un peu l'une de l'autre en oscillant ainsi autour de l'extrémité, qui tient encore au générateur. Leur partie superficielle est encore en continuité avec celle de la face supérieure de ce dernier, ainsi que l'a déjà noté Hertwig (pl. XLI et XLII, fig. 17, 18 et 20). Après une demi-

heure au plus de ces mouvements (deux heures et demie à trois après le début de la gemmation), les gemmes ciliées se détachent tout à fait du générateur. Elles rampent à l'aide de leurs cils, appliquées par leur face concave sur ce dernier, surtout quand, avant la séparation (pl. XLI, fig. 19), ces rayons se sont complètement rétractés ; ensuite elles s'éloignent, soit en nageant avec agitation à l'aide de leurs cils, soit en rampant à l'aide de ces derniers sur les corps voisins. Dans le cas où les suçoirs du générateur ne se sont pas rétractés (fig. 20), à mesure que les gemmes se séparent de lui les unes après les autres, elles rampent encore ainsi sur sa périphérie et sur son pédicule avant d'aller sur quelque autre objet.

Les gemmes sont grisâtres, transparantes, finement granuleuses (pl. XL, fig. 21 et 22). On ne peut les détacher de leur générateur tant que leur production n'est pas encore complète; parmi leurs granulations, il y en a toujours quelques-unes de celles qui sont jaunes ou brunes, en quantité variable d'une gemme à l'autre (fig. 21 et 22). La présence de ces granules montre, comme l'observation directe, qu'elles proviennent principalement de la substance même du corps cellulaire, du sarcode hyalin pour la bien plus grande partie, avec entraînement de quelques-uns des granules qui les colorent. Ce fait montre également qu'il y a là autre chose qu'une segmentation partielle du corps de l'animal, qui serait comparable à la segmentation du vitellus. Du reste, au fur et à mesure qu'avance la gemmation, la masse du corps cellulaire diminue, celle de la portion transparente surtout; en même temps les granules les plus gros et colorés se rapprochent, et la portion qui ne prend point part à la gemmation devient plus foncée, presque opaque sous le microscope, à mesure qu'elle diminue de masse (pl. XLI, fig. 18, 19 et 25). Cette diminution de masse, déjà notée par R. Hertwig, peut aller jusqu'à la moitié et plus du volume primitif (fig. 19, *c*); parfois alors, mais non toujours, les rayons sont rétractés en totalité ; la coque ou thèque est appliquée autour du corps sans plissement ; la très mince couche de substance hyaline, plus tenace que la masse sarco-

dique du corps qui tapisse sa surface supérieure, où adhéraient les gemmes, se retrouve entière au-dessus des granules bruns, constituant presque tout le corps à cette époque. Après quelques minutes, des suçoirs tout mousses et courts généralement (pl. XLI, fig. 25) se produisent de nouveau.

Ce fait se joint à d'autres notés plus loin pour montrer que les suçoirs ne sont pas des organes qui, une fois formés dans le corps, y rentrent et en ressortent tels quels. Ce fait montre que leur grandeur est proportionnelle à la quantité de sarcode du corps, et quand ils rentrent, cette substance se mêle de nouveau à ce sarcode.

Si ces organes rentraient en conservant dans le corps l'individualité et l'indépendance qu'ils ont au dehors, comme Ehrenberg et Hertwig l'admettent pour les *Acineta tuberosa* et *patula*, il faudrait qu'ils pussent s'enrouler à l'intérieur, soit contre la thèque, soit entre les granules de l'animal. Or, il est évident que cela ne peut être dans le cas des *Podophrya Lyngbyei*, dont le corps est réduit à la moitié de son volume ou plus, avec contact presque immédiat des granules, comme dans les cas dont nous venons de parler (fig. 25). Cela n'est guère compréhensible non plus lorsque les suçoirs ont tous ou presque tous une longueur qui égale deux et même trois fois le plus grand diamètre du corps.

Dans les cas où les gemmes se détachent sans que les suçoirs se soient rétractés du pourtour de la face supérieure de l'animal et sans que ceux-ci aient diminué de longueur, la portion de cette face qu'elles occupaient reproduit bientôt aussi ces expansions en plus ou moins grand nombre. Cela se voit même dans les cas où le corps cellulaire a le plus diminué de quantité, ne fait plus saillie au-dessus du pourtour de la cupule, forme une masse foncée, brune, déposée par ce bord, qui reste évasé au lieu d'être appliqué par cette sorte de résidu de la gemmation (pl. XLI, fig. 12).

Les faits indiqués plus haut concernant l'adhérence des gemmes à l'animal qui les produit montrent nettement qu'elles ne représentent nullement des organismes préformés, ne

faisant que sortir tels qu'ils préexistaient; qu'en un mot ce ne sont pas là des gemmes internes qui, après s'être agitées ou non dans l'intérieur de leur producteur, sortiraient de toute pièce par ouverture de ce dernier, telles que Stein, Claparède, etc., en ont vu et figuré avec une couronne transversale de cils. Du reste, pendant toute leur génération, rien de particulier n'est apercevable dans l'intérieur du corps de l'adulte, si ce n'est la prolongation du noyau sous forme d'autant de filaments qu'il y a de gemmes dans chacune de celles-ci où il se renfle. Ce n'est qu'après le durcissement et l'action du carmin qu'on le constate, ainsi qu'Hertwig l'a bien décrit et figuré (*loc. cit.*, pl. II). C'est ce qui a lieu également dans le cas de la formation des gemmes internes. (Voyez p. 542.)

D'un individu à l'autre, les gemmes devenues libres sont longues de $0^{mm},050$ à $0^{mm},060$, larges de $0^{mm},040$, épaisses de $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$, c'est-à-dire d'un tiers à la moitié moins épaisses que larges. Elles sont ovalaires, avec une face ventrale concave ou excavée dans la plus grande partie de son étendue (pl. XL, fig. 21 et 22) et une face opposée ou dorsale bombée, présentant généralement de deux à quatre bosselures transversales (pl. XLII, fig. 23, *a*, *b*). Quand elles nagent, elles s'élargissent ou se resserrent en déformant ou contournant plus ou moins par instants (fig. 21 et 22) le pourtour de leur corps. Quand elles rampent sur leur face ventrale contre un objet solide, le corps est un peu écarté de celui-ci par les cils courts (pl. XLII, fig. 28, *i*), insérés en un seul rang sur tout le pourtour de la face concave. Cette concavité n'occupe pas toute la longueur de la face ventrale; mais souvent l'animal rapproche l'un de l'autre les bords de cette concavité, et allonge celle-ci jusqu'aux deux bouts du corps en portant les cils jusque-là pour un instant.

Nous avons déjà vu que ces gemmes à l'état libre sont grisâtres, transparentes, finement grenues, avec quelques fins granules jaunes ou bruns, empruntés à ceux du générateur dont ils viennent et semblables à eux. La superficie même de leur corps est plus consistante sur une mince épaisseur que la partie sous-jacente. Elles ont toujours, comme ceux-ci,

deux vésicules pulsatiles, dont une au moins est visible sur le pourtour de la partie antérieure de leur corps dès que la gemmation est à moitié produite ou un peu au delà. Quelques-unes renferment trois vésicules, au moins pendant quelque temps. Ainsi que pour les adultes, dans certaines positions de l'animal, on ne voit qu'une vésicule à certains moments et même aucune. Lors de l'évolution de cet embryon cilié en animal à expansions ou suçoirs et pédicellé, ces vésicules persistent sans changement tandis que l'animal est vivant. Leur mort et le début de leur altération cadavérique s'annoncent par leur gonflement et parce qu'elles deviennent plus transparentes. Le noyau des gemmes, long de $0^{mm},012$ ou environ, ayant tout au plus la moitié de cette épaisseur, de dimensions un peu dissemblables d'un individu à l'autre, ovoïde, pâle, souvent un peu recourbé, est visible sur tous les individus après l'action des acides nitrique étendu ou acétique et sur un quart à peine des individus vivants sous l'action de ceux-ci; sur tous également, après l'action de l'acide chromique et du carmin, d'après R. Hertwig.

Tant que ces gemmes sont en voie de production et de mouvement, elles ne présentent pas trace d'expansions ou suçoirs.

Cienkowski et surtout Claparède ont vu le passage à l'état adulte ou pédicellé d'*embryons internes* de Podophrya d'eau douce (Claparède et Lachmann, *loc. cit.*, 2e partie, p. 117 et priv., pl. III), mais ils n'ont pas observé les gemmes internes. J'ai déjà noté que Claparède décrit et figure comme embryons internes des Ophryodendron des animaux semblables aux gemmes externes en liberté des *Podophrya Lyngbyei* (*loc. cit.*, p. 147, pl. V, fig. 10 et 11, *b*), et qu'il se peut qu'il ait cru avoir fait sortir du corps des Ophryodendron des gemmes libres de Podophrya rampant sur les premiers de ces animaux.

Production d'animaux parfaits par les gemmes. — Plusieurs fois j'ai pu voir des gemmes ciliées passer à l'état d'individus fixes, pourvus d'expansions rétractiles, d'une enveloppe ou tégument hyalin cupuliforme et d'un pédicule (pl. XLII, fig. 23, *a* à *l*). La durée du phénomène était en général de une heure et

demie à deux heures. R. Hertwig n'a pas observé ces phases évolutives, qu'il dit se produire dix heures après la gemmation même. Je crois que la durée de la vie des gemmes à l'état de liberté est de moitié moindre environ.

Après avoir rampé seulement sur une Sertulaire en se tenant en quelque sorte élevé sur les cils de sa face ventrale (fig. 23, *a*, *i*), l'animal restait immobile. Au bout d'un quart d'heure au plus, on le voyait s'appliquer contre le corps solide par toute sa face ventrale, sans changer de forme, mais sans qu'il fût possible de réapercevoir les cils (*b*).

Au bout de quelques minutes, on voyait les deux extrémités s'effiler un peu en se détachant de la surface d'adhérence, et en même temps la face bombée ou dorsale montrait quelques courtes saillies tout à fait hyalines (*c*). Ce phénomène s'accentuait graduellement (*d*), avec parfois une légère déformation du corps, par plissement de ses extrémités surtout. Bientôt, les extrémités de celui-ci s'élevant davantage, la surface d'adhérence, en diminuant d'étendue, représentait une sorte de large pédicule (*e*). Un quart d'heure ou environ plus tard, la face dorsale ou supérieure, offrant déjà des rayons transparents assez grands, mais tous alors encore mousses, devenait circulaire (*f*), et la portion adhérente se réduisait à une étroitesse qu'elle ne dépassait plus (*j*). La forme se rapproche déjà notablement alors de ce qu'elle sera toujours. On peut alors reconnaître à la circonférence du corps une mince couche superficielle hyaline, thèque, paroi ou pellicule, se distinguant de la partie sous-jacente.

Un quart d'heure ou environ plus tard (*g*), on voit la forme se rapprocher davantage encore de ce qu'elle sera plus tard, les suçoirs s'allonger notablement et se rétracter par moments.

Plusieurs même sont déjà aigus. Mais ce qui frappe surtout, c'est la production sur place, par genèse, sans dérivation visible de la substance du corps, d'un disque étroit et hyalin qui écarte et sépare légèrement ce dernier de l'objet auquel avant il adhérait directement. C'est une heure et quart à une heure et demie après le commencement de cette évolution qu'a

lieu cette production. Au bout de quelques minutes, on le distingue sous forme d'une courte cellule hyaline sans noyau, à paroi distincte de la cavité (*k*). Enfin, une demi-heure ou trois quarts d'heure plus tard (*h*), le corps a la forme qu'il conservera ou à peu près, et le pédicule, bien que n'ayant que quelques centièmes de millimètre, est aussi nettement constitué (*l*).

Bien que le corps grisâtre, transparent, n'ait pas encore d'autres granules colorés que ceux qu'il a empruntés à l'individu dont il dérive, on voit déjà les expansions ou suçoirs s'infléchir, se rétracter, fixer et arrêter les corpuscules animaux ou végétaux qui viennent à leur contact, ainsi que cela se passe sur les adultes.

§ 5. — Sur les gemmes non ciliées de la Podophrya Lyngbyei.

Indépendamment des gemmes ciliées dont nous avons étudié plus haut les phases génétiques et évolutives, on en voit d'autres encore. Elles sont externes, comme les premières, mais observables sur un moindre nombre d'individus, bien que se développant aussi pendant les mois d'avril et de mai.

Je n'ai pas pu suivre les premières phases de la gemmation, ni celles de leur arrivée ultérieure à l'état adulte. Elles se présentent sous forme de saillie cylindroïde (pl. XLI, fig. 26) finement grenue, entraînant un plus ou moins grand nombre des granules colorés du générateur et pourvue d'une ou deux vésicules pulsatiles. Elle est déjà parfois pourvue de courtes expansions ou rayons écartées ou réunies en faisceaux (pl. XLI et XLII, fig. 26 et 27). Quand il y a déjà des suçoirs à cette époque, ils restent longtemps courts et mousses; mais le plus souvent ils manquent, et toute la surface de la gemme reste lisse (pl. XLII, fig. 28).

Peu à peu la gemme s'allonge et, après une heure environ, elle se rétrécit à sa partie adhérente (fig. 27), et finit par n'être reliée au générateur que par un étroit pédicule de substance homogène ou à peine grenue. Il n'est pas tubuleux comme le pédicule des adultes. En même temps, la gemme prend à peu près la forme des adultes ou, au moins, devient plus ou moins

cratériforme (fig. 27 et 28) ou parfois sphéroïdale (fig. 29). Souvent alors, les gemmes envoient des expansions mousses ou prolongées en pointe aiguë par une surface plus ou moins grande de leur portion supérieure (pl. XLIII, fig. 29).

Les gemmes oscillent alors facilement autour de leur pédicelle, sous l'influence de faibles courants d'eau ou d'une légère pression. On les détache même souvent ainsi de l'individu qui les a produites; mais je n'ai pu voir, en aucun cas, ce qu'elles deviennent ensuite.

On trouve ces gemmes développées ou en voie de formation au nombre de une à quatre sur un même générateur, sans que celui-ci cesse d'émettre ses rayons ou suçoirs de toute la portion de sa face supérieure, qui n'est pas occupée par les bourgeons (fig. 27 à 29).

Les ressemblances entre ces corps et les adultes sont trop nombreuses au point de vue de la forme, de la structure, de la production et du retrait des expansions ou suçoirs, pour ne pas les considérer comme des rejetons qui, une fois devenus libres, produisent sur le corps où ils s'arrêtent le pédicule, qui est la seule partie constituante dont ils manquent pour être semblables à leur générateur.

§ 6. — **Observations sur quelques Acinétiens.**

Nous avons déjà dit que, si les suçoirs rayonnants des Acinétiens donnent passage à des particules venant du dehors et arrivant dans l'intérieur du corps de l'animal, ils diffèrent des expansions ou pseudopodes des Amibiens et des Rhizopodes en ce que jamais des granules constitutifs du corps de l'animal même ne passent dans leur épaisseur. De plus, ils rentrent en se plissant graduellement, ce qui n'a pas lieu pour ces derniers animaux. Ces faits s'ajoutent à nombre d'autres pour séparer les Rhizopodes des Acinétiens. Ces derniers, du reste, fixés et sans locomotion pendant la plus grande partie de leur existence, se rattachent aux infusoires ciliés par leurs gemmes, tant internes qu'externes. Les cils et les vésicules pulsatiles de ces gem-

mes pourraient faire prendre les gemmes externes des Podophriens pour certaines Paramécies, par exemple, si on ne suivait leur développement jusqu'à la forme adulte non ciliée fixe et à suçoirs.

Les différences indiquées plus haut entre les expansions des Rhizopodes et celles des Acinétiens, sont au moins aussi prononcées sur les Acinètes proprement dites que sur les Podophryens. Sur les Acinétiens, leurs minces suçoirs ou rayons sont hyalins, cylindriques, d'égale dimension dans toute leur étendue et non effilés en pointe. Leur extrémité libre est terminée constamment par un petit bouton en forme de ventouse (fig. 9, 10, 11, 12). Ils se meuvent souvent avec une certaine vivacité, s'écartent plus ou moins, s'infléchissent lentement à leur base, rarement sur leur longueur et pour un moment; ils se réunissent souvent en un faisceau mince et serré avant et pendant leur retrait dans le corps de l'animal, retrait qui ne peut être absolument complet. L'ammoniaque étendue les pâlit notablement, mais sans les liquéfier, comme elle le fait pour les Monadiens et les Rhizopodes. Ils résistent du reste beaucoup à la putréfaction.

Ces particularités sont très tranchées sur l'*Acineta tuberosa*, Ehrenb. (fig. 11, 12 et 13). Celle-ci, du reste, se distingue nettement par sa forme pyramidale aplatie, forme qui, sur l'animal vu de côté, devient lozangique, à troncature un peu plus large en bas (fig. 13, *e*) que du côté des tubercules ou prolongements, par où sort le faisceau des rayons. Une portion mince et tranchante de la coque (fig. 11 et 12, *a*) est interposée aux deux tubercules. Elle est plus ou moins élevée qu'eux. Quand cette forme est plus élevée que les tubercules (fig. 12, *g*, *g*), elle s'avance sous forme de pointe au delà du seul tubercule qu'on voie sur l'animal placé de champ. Cette espèce offre, du reste, sous un même type, comme les Podophryens, de nombreuses variétés de dimensions et d'aspect.

Comme sur les Podophryens, la capsule ou coque n'est pas cassante, mais flexible, facile à plisser, quoique tenace et résistant à la putréfaction, etc.; elle n'est ouverte qu'à l'extrémité

des deux tubercules (fig. 12, *g*), qui laisse passer le faisceau des suçoirs correspondant. Le contenu ou corps plus ou moins foncé, selon qu'il est plus ou moins pourvu de granules d'un jaune-citron, verdâtre ou orangé, présente des contractions sarcodiques fréquentes qui s'écartent plus ou moins de la coque (fig. 11, *d*). Parfois, qu'il y ait ou non écartement du contenu par rapport à la coque, ce sont les granules qui sont repoussés et qui laissent le sarcode translucide en tel ou tel point. Une corne entière ou le tubercule peut devenir ainsi transparent, l'autre et le corps restant chargés de granules. Les suçoirs, soit irradiés, soit réunis en faisceau, conservent au dehors leur étendue habituelle ou se rétractent plus ou moins, comme dans le cas où tout le corps reste granuleux.

Dans la portion amincie intermédiaire aux deux tubercules, il n'y a généralement pas des granules colorés et cette portion de l'animal reste transparente, plus ou moins près du milieu des larges faces du corps. Il y a dans sa substance une et quelquefois deux vésicules pulsatiles, sphériques, à contenu incolore ou légèrement teinté en bleuâtre, qui reste plus ou moins longtemps invisible après son resserrement.

Chez les gros individus, larges parfois de $0^{mm},09$, on voit nettement sur chaque face de la coque deux épaississements de celle-ci sous forme de bandes verticales allant (fig. 12, *a*, *e*) du haut en bas du corps. Chacune de ces faces est ainsi divisée en une portion médiane impaire et deux autres similaires de chaque côté, représentées par la corne ou tubercule correspondant (fig. 13, *g*, *g*). La portion médiane du corps est généralement plus granuleuse, moins transparente que les portions latérales. On aperçoit aussi cette disposition de la coque sur plus d'un des petits individus ($0^{mm},05$ à $0^{mm},06$), mais non sur tous.

La coque des *Acineta patula* (fig. 9 et 10) est au contraire entièrement homogène, sans dispositions morphologiques à sa surface, très résistante du reste à l'action des acides et à la putréfaction, malgré sa minceur.

Les dispositions de la coque dans ces deux espèces font que,

dans la première, les suçoirs sortent (fig. 11) en deux faisceaux distincts par chaque orifice circulaire ou ovalaire de l'extrémité des tubercules ou cornes de l'*A. tuberosa*, tandis que dans l'autre ils s'élèvent de toute la surface libre ou supérieure du corps de l'infusoire (fig. 9 et 10). Ils sont du reste tous constitués de la même manière et non terminés en pointe, comme sur les *Podophrya Lyngbyei*.

Le pédoncule le plus mince est celui des *A. patula*; il est néanmoins creux comme celui des *A. tuberosa* et celui des *Podophrya*, qui est le plus épais. Il est tantôt rectiligne, tantôt un peu recourbé, toujours incolore. Celui des *A. tuberosa* a en général de deux à trois fois la longueur du corps de l'animal. Celui des *A. patula* est ordinairement un peu plus long.

On voit souvent ces divers Acinétiens et Podophryens retenir, à l'aide de leurs rayons ou suçoirs, les infusoires, les diatomées même et autres corpuscules qui viennent à leur contact, puis rétracter plus ou moins leurs suçoirs et faire passer dans l'axe de ceux-ci, parcelle par parcelle, la substance de ces objets. Depuis Ehrenberg, tous ceux qui ont observé ces protozaires ont constaté cette particularité. Là est sans doute ce qui fait qu'on trouve, bien que rarement, des Acinètes et des *Podophrya* dont le corps est rendu d'un vert plus ou moins opaque par des granules semblables à ceux de la chlorophylle des Ulves et autres algues vertes.

Dans de l'eau de mer conservée pendant deux mois dans un flacon, avec du sable corallien et coquillier, sans algues, préservée de toute odeur par un morceau de charbon de bois, quinze jours après la mort de quelques *Amphyoxus* qu'elle contenait, une couche d'Oscillaires incolores de *Leptothrix* et d'amas de spores (*micrococcus*) s'était formée à la surface du liquide. Dans cette couche grisâtre étaient fixés ou nageaient des *Epistylis*, *Kerona*, *Oxytricha*, *Halteria* et des *Euplotes* en grand nombre, quelques Vorticelles et des Rotateurs de la famille des Philodinines et des Brachiodines.

Des Acinètes s'y étaient aussi développées. Elles étaient incolores, avec un assez grand nombre de gouttelettes huileuses

transparentes, à peine jaunâtres, non modifiées par l'acide acétique, teintées par le carmin, atteignant au plus $0^{mm},006$. On pouvait suivre les suçoirs rétractés dans une petite étendue du sarcode de l'animal, mais sur une longueur bien moindre que celles qu'ils avaient en pleine extension au dehors.

Pour les dimensions et la forme générale, elles étaient au premier coup d'œil semblables à l'*A. tuberosa*, ou encore à l'*A. compressa* de Claparède et Lachmann. Seulement, on remarquait bientôt que le pédicule étroit avait à peine une longueur de $0^{mm},01$ et qu'à son point d'adhérence à la coque, celle-ci était arrondie et non coupée carrément; que les deux larges faces du corps étaient un peu bombées, surtout à la partie inférieure du corps; que la partie opposée et amincie de celui-ci ne faisait pas saillie au delà des deux tubercules ou angles latéraux; qu'à ces angles la coque ne s'allongeait pas en *tubercule* ou *corne*, mais qu'à chacun de ces angles néanmoins la coque présentait un orifice circulaire très net comme sur l'*A. tuberosa*, mais avec un bord légèrement prolongé en bec de cuiller, orifice laissant passer le faisceau correspondant des suçoirs. Sur plusieurs, ces derniers arrêtaient les Haltéries ou les Oxytriques qui venaient s'engager entre eux.

Ils présentaient une et très rarement deux vésicules contractiles semblables à celles de l'*A. tuberosa*. L'acide acétique et surtout le carmin décélaient vers le milieu du corps un noyau finement grenu, sans nucléoles, sphérique sur le plus grand nombre, et plus rarement ovoïde, large ou long de $0^{mm},012$ à $0^{mm},015$.

§ 7. — **Sur la Trichodina Scorpenæ.** Ch. R.

Cette espèce de Trichodine ou Urcéolaire ressemble à la *Trich. pediculus* ou *stellina* des auteurs, mais elle est moitié au moins plus petite. Sa plus grande largeur ne dépasse pas $0^{mm},030$ à $0^{mm},034$ au lieu d'avoir de $0^{mm},065$ à un dixième de millimètre, comme les *Trichodina pediculus* Ehr. et *mitra*, Siebold, seules

espèces réellement connues jusqu'à présent. Elle offre du reste d'autres différences encore.

Au lieu de vivre à la surface de la peau ou des muqueuses des Batraciens, des Mollusques et des Vers d'eau douce comme les précédentes, c'est toujours à la surface des branchies des diverses espèces de Scorpènes et de Trigles de nos côtes que j'ai trouvé l'espèce que je décris. Elle abonde en général, et surtout chez les Scorpènes.

Je ne sais si les lignes suivantes de Claparède et Lachamann peuvent se rapporter à cette espèce ou à quelqu'autre. Ils disent (*loc. cit.*, 1re partie, 1858-1859, p. 131) : « Les Trichodines qui vivent sur les branchies de nos poissons n'appartiennent certainement pas toutes à la même espèce. Nous signalerons en passant une espèce fort petite et fort élégante qui habite sur les branchies du *Cobitis tænia* près de Berlin, mais que nous n'avons pas étudiée suffisamment pour la décrire ici. »

Quoi qu'il en soit, les caractères de cette espèce sont les suivants :

Thrichodine grisâtre, transparente, large de $0^{mm},030$ à $0^{mm}034$, seulement d'une hauteur environ de moitié moindre, en forme de disque (fig. 31, *c*), un peu concave d'un côté (antérieur ou ventral) ; disque surmonté d'un corps plus étroit, dont les contractions seules font changer la forme, depuis celle d'une portion de sphère ou de coupole de grandeur variable (fig. 31, *a*) jusqu'à celle d'une portion de colonne plus ou moins surbaissée et à extrémité plus ou moins plate. Une vésicule pulsatile au niveau du disque (*c*) et un orifice ou dépression, dit vestibulaire ou œsophagien, sur celui-ci.

Cet organe se dessine sous forme d'une bande claire, non grenue, pendant certains mouvements seulement, avec une largeur un peu moindre que celle de la vésicule pulsatile.

Le disque ou bordure en forme de turban est finement grisâtre et transparent (*c*). La portion du corps qui le surmonte est soit d'aspect semblable, soit plus ou moins remplie de granules plus gros, jaunâtres ou grisâtres, quelles que soient les formes plus ou moins saillantes ou surbaissées qu'elle prend.

Il y a de nombreuses variétés de disposition d'un individu à l'autre à ces divers égards.

Le bord supérieur de la bordure ou turban (*c*) porte une rangée circulaire d'assez gros cils (*b*) relevés du côté dorsal et dépassant ou non cette portion du corps, selon qu'elle est plus ou moins surbaissée, et dont ils entourent la base. La rangée de cils, homologue à ceux-ci, a été décrite et figurée plus ou moins exactement par tous les auteurs qui se sont occupés des *Trich. pediculus* et *mitra*. Nulle rangée de cils en spirale ne remonte, comme chez les autres espèces, sur la portion dorsale saillante du corps.

Sur le bord antérieur de la bande saillante en forme de turban (*c*), est une rangée d'une extrême régularité de cils des plus fins, se touchant presque tous, d'une longueur égale de $0^{mm},010$, saillants en avant, repliés en dehors (pl. XLII, fig. 32, *d*), ou en dedans (pl. XLIII, fig. 36, *b*), suivant les conditions dans lesquelles se trouve placé l'animal. Les cils homologues ont aussi été décrits et figurés sur les espèces précédentes.

La face inférieure ou ventrale est concave (à peu près comme l'indiquent les fig. 33 et 34, pl. XLII) : concavité qui concourt à produire la rangée des cils quand ils sont en mouvement (car ils sont inférés en fig. 33 et 34). Le cercle d'insertion des cils fins (fig. 36, *a*), circonscrit un organe en forme de roue dentée (fig. 35) qui occupe (fig. 32) presque toute la surface circonscrite par le cercle (fig. 36, *a*), et qui, en quelque sorte moulé sur cette surface, est naturellement concave comme elle. Cet organe a été plus ou moins bien exactement décrit et figuré sur les deux espèces jusque-là connues de *Trichodina* par Ehrenberg, Dujardin, Stein (*Die Infusionthière*. Leipzig, 1854, in-4°, 1re partie, p. 174 et suiv., pl. VI, fig. 56 et 57); Busch (*Zur Anat. der Trichodina*, Archiv. fuer Anat. und Physiol. Berlin, 1855, in-8°, p. 357, pl. X, fig. 2); Claparède et Lachmann, et enfin de Fromentel. On ne sait pourquoi Claparède et Lachmann le nomment *organe fixateur*, car il est enfoncé (fig. 33 et 34, *e*) par rapport au bord antérieur du corps, ou mieux du cercle (*f*) qui porte les cils.

Ce cercle n'est lui-même que le bord d'une mince pièce annu-

laire (fig. 33 et 34 *f*, *g*), qui remonte dans la portion du corps en forme de turban (fig. 31 *c*), pièce dont le bord supérieur (*g*) s'élève jusqu'à la ligne circulaire d'insertion des gros cils dorsaux redressés (*b*).

L'organe en roue dentée fait partie de la surface même du corps à laquelle il est adhérent. On ne peut du reste distinguer aucune partie tégumentaire à cet animal. Après la mort, l'organe se détache, souvent comme enlevé par une goutte sarcodique hyaline. Il s'isole et flotte librement tel qu'il est ici dessiné (pl. XLIII, fig. 35), sans qu'une membrane vienne prendre part à sa constitution, contrairement à ce que dit Claparède. Quoiqu'il soit très mince ($0^{mm},002$ ou environ), il est jaunâtre sous le microscope, d'aspect corné, comme le dit ce dernier auteur, mais l'ammoniaque le dissout peu à peu. Il se casse aisément en fragments ou portions de cercle. Quand il se détache, c'est qu'il est repoussé par gonflement et formation de goutte cadavériques du corps en voie de décomposition. Il laisse voir alors sur la surface qu'il quitte un cercle pâle répondant à l'extrémité de ses dents courbes extérieures (fig. 35, *b*), et un autre jaunâtre, assez foncé, comme saillant et en relief, formé par le bord de l'espèce d'anneau jaunâtre portant la rangée des cils fins décrits plus haut (fig. 36, *a*) : cils dont l'insertion très nette donne à ce bord l'aspect finement ponctué ou grenu.

Cet organe singulier se compose d'un cercle étroit (fig. 35, *a*) dont le bord interne porte de vingt à vingt-quatre dents pointues et droites rayonnant vers le centre de l'aire circonscrite.

Leur extrémité pointue va plus ou moins près du centre (fig. 32 et 35) sans jamais l'atteindre et s'y réunir. Le bord externe de ce cercle porte un nombre égal de dents un peu plus larges, lamelleuses, se courbant toutes en faucille dans le même sens, en rayonnant vers le dehors (fig. 35, *b*).

Parfois, avant de le détacher, le gonflement cadavérique le soulève et le pousse comme un couvercle au delà du cercle d'insertion des cils fins, et le porte sur un plan antérieur à ceux-ci, au lieu de le laisser en retrait ou dépression concave par rapport à eux, ainsi que cela est sur le vivant. Il y a, à cet égard,

des variétés nombreuses de formes cadavériques successives, qu'on n'observe jamais tant que l'animal ne borne pas ses mouvements à ceux des cils seulement, mais se transporte d'un lieu à l'autre à l'aide de ceux-ci.

Ces modifications cadavériques amènent aussi des changements de forme divers, dus au gonflement ou, au contraire, à l'affaissement de la portion en coupole ou dorsale du corps, et de sa portion circulaire ou en turban, faisant plus ou moins varier la position relative de la couronne des gros cils dressés (fig. 31, *b*).

Ces Trichodines sont toujours appliquées sur les corps, contre lesquels elles courent par leur face concave, dans l'aire de laquelle est appliqué l'organe en roue dentée; ou mieux, ces animaux reposent sur leur couronne de cils fins (fig. 31, *d*). Jamais ils ne reposent sur l'autre face.

Ils courent très vivement à la surface des lames branchiales à l'aide de leurs cils fins. Quelquefois, deux ou trois sont superposés en pile les uns aux autres, et se séparent après un instant de locomotion ou d'immobilité dans cet état.

Pendant cette locomotion, la portion saillante qui est en dedans de la couronne des cils postérieurs (fig. 31, *a*) est en voie presque incessante de gonflement en coupole et de réaplatissement. Les gros cils postérieurs s'agitent alors ou restent courbés en faucille sur le dos de l'animal (*b*).

Durant ces mouvements locomoteurs, les cils et la portion dorsale saillante de l'animal se contractent seuls. La portion discoïde (*c*) ne se contracte jamais et ne change pas de forme pendant la vie.

Mis dans l'eau de mer hors des branchies, ces animaux sont bientôt tués. Quelques heures après la mort du poisson qui les porte, beaucoup meurent déjà. Un jour après la mort, il en est encore quelques-uns de vivants sur ses branchies, agitant plus ou moins lentement leurs cils, montrant encore leur vésicule pulsatile, légèrement rosée ou bleuâtre, toujours près de la face centrale de l'animal; mais la plupart sont plus ou moins déformés par un gonflement cadavérique.

§ 8. — **Sur une variété de la Conodosiga botrytis.** Stein et Ehrenb. (*Epistylis botrytis* Ehrenb. *Conodosiga pulcherrima.* Stark.)

Cette variété de Monadiens fixes ou pédiculés d'eau douce offre les caractères suivants :

« Animaux régulièrement ovoïdes ou sphériques, épais de « $0^{mm},010$ à $0^{mm},015$, portés au nombre de 1 à 4 par un mince « pédicule ayant de deux à dix fois la longueur du corps ; celui- « ci est incolore, finement greuu, montrant en arrière une ou « deux vésicules pulsatiles, pourvu en avant de quatre cirres « immobiles plus courts que le corps, et d'un long flagellum « quatre à six fois long comme le corps, à mouvements ondu- « latoires, rapides ou lents (fig. 37). »

Le pédicule de ces animaux est fixé sur les corps durs qui le supportent par un léger élargissement ou base (*a*) assez difficile à détacher. Quelle que soit la longueur, son épaisseur est à peu près toujours la même, de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$ seulement. Il est rectiligne, flexible, mais revenant brusquement à sa direction première quand cesse la pression qui le courbe ; il ne se contracte sous aucune des influences de contact et d'agitation auxquelles l'animal se trouve exposé. Ce pédicule est simple, quand il ne porte qu'un animal ; mais il présente autant de pédicules secondaires, tous insérés sur son extrémité même, qu'il y a de corps qui lui sont rattachés, dès qu'il en porte plus d'un. Ce nombre, du reste, ne dépasse jamais quatre. L'extrémité des pédicelles, qui porte directement l'animal, prend brusquement une épaisseur double, sur une longueur de $0^{mm},005$ à $0^{mm},008$ (*b*). Les pédicelles secondaires sont toujours de longueur égale, et ne dépassent guère la moitié de celles des animaux qui les surmontent.

Ces derniers sont assez facilement détachés par des mouvements brusques du pédicule commun, quand il y en a plus d'un. C'est toujours au point d'attache du pédicelle secondaire sur le pédicule commun qu'a lieu la séparation. Le corps est

alors entraîné rapidement en tournoyant par les mouvements du flagellum, puis tombe immobile au bout d'une heure environ, sans qu'il soit possible de savoir ce qu'il devient. Ce corps est grisâtre, incolore et non verdâtre, comme le figurent quelques auteurs (Bütschli).

Le corps est assez régulièrement ovoïde, un peu tronqué en avant; quand il est en pleine extension, il est en forme de grain d'orge. Il se rétracte de temps en temps spontanément ou quand quelque particule étrangère le touche. Il devient alors tout à fait sphérique (*c*); mais son contour ne se plisse pas alors et il ne présente pas d'expansions latérales, comme le font les Amibes, etc.

La substance intérieure du corps est pâle, hyaline et finement grenue; elle présente deux vésicules pulsatiles constantes en arrière, près de l'attache du corps au pédicule, et souvent une autre et même deux vacuoles au-devant des premières. Quelques granules réfractant assez fortement la lumière, épais de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$, sont épars dans le sarcode du corps. Les mouvements de resserrement et de dilatation de ces vésicules pulsatiles les déplacent plus ou moins, surtout lorsque celles-ci se réunissent en une seule plus grande.

L'extrémité antérieure du corps porte un petit mamelon bombé en forme de couvercle ou opercule, hyalin, absolument sans granules, dont la base large se distingue, du reste, par une fine ligne circulaire. Sur cette ligne sont insérés quatre cirres courts, rigides, immobiles, à sommet mousse, dont la longueur est égale à la moitié environ de celle du corps. Ils sont parallèles entre eux ou un peu divergents. Sur quelques individus, ils sont reliés entre eux par une très mince membrane hyaline (*e*), qui n'empêche pas de les voir, et formant collerette avec eux.

Il n'est qu'un petit nombre de situations de l'animal dans lesquelles on les voie (*f*) tous les quatre à la fois ou successivement en faisant tourner la vis du microscope ; généralement, au premier abord, on ne peut en apercevoir que deux, surtout avant de les avoir colorés.

Du centre du mamelon hyalin terminal part le flagellum, dont la longueur est 4 à 5 fois environ celle du corps.

Il est plus mince encore que les cirres, dont l'épaisseur est déjà moindre que $0^{mm},001$. Il est tantôt rectiligne ou un peu courbé, immobile, et alors le corps l'est aussi; tantôt agité de mouvements onduleux plus ou moins rapides, qui donnent au corps un mouvement incessant de trémulation, et chasse au loin les granules qui l'approchent. Sur un certain nombre d'individus, mais non sur tous, l'insertion du flagellum est entourée par un court prolongement du mamelon qui le porte : prolongement en forme de godet ou de verre à boire, homogène ou strié en long (*i*), qui se dilate et se resserre de temps à autre. Il n'est décrit sur aucune espèce par les auteurs qui se sont occupés des animaux de cette famille.

L'extrémité libre du flagellum est coupée nettement, aussi épaisse que l'extrémité d'insertion, comme sur les autres flagellés. Cet organe ne se termine pas en pointe, comme le décrivent et le figurent Stein, Bütschli, de Fromentel, etc.

Les diverses solutions colorantes d'iode, d'acide picrique, de fuchsine, de chlorhydrate de fuchsine, etc., ramènent l'animal à l'état sphérique, sans faire disparaître ses vacuoles; elles rendent en même temps très évidentes les dispositions des cirres et du flagellum indiquées plus haut, comme elles le font sur les autres infusoires.

L'ammoniaque dissout rapidement le corps et son pédicule. Aucune coque comparable à celle des *Salpingœca* de Clarck, des *Bikœca* et des *Poteriodendron* de Stein, ne peut être découverte sur ces animaux (Stein, *Der Organismus der Infusionthiere*, etc., 3e partie. Leipzig, 1878, in-fol., pl. X et XI. Bütschli, *Beitrage zur Kenntniss der Flagellaten*, etc. Zeitschr, *Fur wissensch. Zoologie*. Leipzig, 1878. T. XXX, p. 227).

L'absence de coque les distingue aussi des Volvociens des genres *Stylobryon* et *Pycnobryon* de de Fromentel et Jobard-Muteau (*Études sur les Microzoaires*. Paris, 1876, in-4, p. 212 et 336). Ces auteurs semblent pourtant avoir vu cette

variété, car ils disent (p. 337). « C'est avec doute que nous avons placé dans ce genre (*Pycnobryon*) les êtres figurés pl. IX, fig. 10 et 11, qui possèdent des filaments doubles et raides, et qui peut-être appartiennent au règne végétal. » Leur figure 9, pl. XXVI, présente un type de ramification du pédicule qu'on n'observe pas sur l'animal décrit dans ce paragraphe. Du reste, depuis Bory de Saint-Vincent, qui, le premier, a décrit cet infusoire sous le nom d'*Antophysa solitaria*, les auteurs qui l'ont représenté, ne semblent pas s'être préoccupés beaucoup de reproduire exactement le type de ramification des pédoncules de ces êtres.

L'absence de la couronne de cils et de coque, la non-contractilité du pédicule et la petitesse de toutes les parties, comparativement aux Vorticelliens, distinguent aisément cet Infusoire des divers genres de cette famille.

La constitution du corps, du flagellum et de leur pédicule, montre que ce sont des Monadiens fixes ou pédicellés, dits aussi parfois *Monadiens à collerette*. Seulement, au lieu de la collerette ou tube mince et transparent plus ou moins infundibuliforme de ceux-ci, ce sont quatre cirres rigides qui en tiennent la place. Pourtant, parfois, cette mince membrane existe ici et unit les cirres les uns aux autres (*e*).

Malgré cette particularité de la présence des cirres, l'existence de la membrane qui les unit sur quelques individus me porte à ne pas considérer ces Monadiens comme une espèce à part, mais à ne voir en eux qu'une variété de ceux auxquels les auteurs décrivent une collerette hyaline mince au lieu des quatre cirres. La relation d'homologie anatomique existant entre ces deux sortes d'organes et le fait du remplacement de l'un par l'autre sont démontrés par cette particularité : que, lorsqu'une membrane formant collerette s'ajoute aux cirres, on la distingue aussitôt (*e*). Sa hauteur, la disposition circulaire ou festonnée de son bord libre, se distinguent également sans grandes difficultés.

Ces infusoires, comme on le sait, se rencontrent soit en petit nombre, soit en grande quantité, à la surface des feuilles

de *Potamogeton* et autres plantes aquatiques des aquariums, lorsque ces organismes brunissent et meurent. Il y en a parfois aussi, mais rarement, à la surface des téguments chitineux des larves de *Chironomus*, etc., et des petits crustacés concourant à former la vase de ces réservoirs.

En un jour ou deux, ils disparaissent complètement dès que l'eau tend à devenir putride.

Avec eux vivent, à la surface des parties qui les portent, des *Oxytriches*, des *Epistylis*, des Haltéries, des Vorticelles, des *Monas*, des Amibes, etc., ainsi que de nombreuses diatomées, des mycéliums ordinaires, vibrioniens, bactériens, etc.

C'est en été surtout qu'on les observe. J'en ai pourtant trouvé en décembre, dans un bocal dont l'eau depuis trois ou quatre jours variait entre 0° et 1° ; des Daphnies, des Rotifères, des Brachions, des Paramécies, des Kerona, Leucophrys et Stylonichia très agiles y nageaient aussi. Claparède et Lachmann ont aussi noté l'existence de divers infusoires ciliés dans les mares en décembre. Peu après, j'ai retrouvé vivants ces infusoires ciliés, ainsi que ces articulés et des Cyclops nageant comme à l'ordinaire dans l'eau de ce bocal au-dessous d'une couche de glace épaisse de un centimètre. Je noterai aussi que, le 6 décembre 1870, par une température de — 17°, des feuilles mortes de Bardane (*Arctium lappa*, L.), sous 25 centimètres de neige, dans le voisinage d'*Érysiphe* et de *Fumago*, m'ont montré des Vorticelles qui, après quelques minutes de séjour dans l'eau de la préparation, contractaient leurs cils, leur corps, leur vésicule pulsatile et leur pédoncule comme à l'ordinaire.

Quand il y a des *Conodosiga* à la surface des téguments des articulés, ils peuvent être accompagnés de *Saprolegnia* et de leurs Zoospores, de corpuscules ou filaments de bactériformes ou bacilliformes, et surtout des bactéries que M. Davaine a très exactement décrites sous le nom de *Bacterium capitatum* (*Dict. encyclop. des sc. méd.*, 1868, t. VIII, p. 24), arbitrairement et inutilement changé depuis par Billroth (1874) en celui d'*hélobactérie*. Seulement la tête, ou partie renflée, ovoïde, au lieu d'être bleuâtre, comme le dit M. Davaine, est de beaucoup le

plus souvent jaunâtre (pl. XLIII, fig. 38, *a*, *b*), si bien que Billroth la dit de nature graisseuse. Mais cette supposition est infirmée par ce fait : que le chloroforme ne la dissout pas plus que le reste du végétal. L'ammoniaque ne la dissout pas davantage, et pourtant ces deux agents resserrent un peu et pâlissent toute l'étendue de la portion incolore, ce qu'ils ne font pas pour les bactéries et les vibrions proprement dits.

Les diverses solutions de *fuchsine* colorent en rouge la matière jaunâtre de cette tête aussi fortement que le reste du filament.

La teinture d'iode montre nettement que la substance jaune qui détermine le renflement de l'extrémité du bâtonnet, occupe l'intérieur de la cavité cellulaire qu'elle distend en ce point. A son contact, le contenu grisâtre de la plus longue portion du mince cylindre cellulaire s'écarte de la portion colorée pour se rassembler ; elle laisse entre elle et celle-ci un intervalle absolument incolore plus ou moins court. Une petite portion conoïde, incolore, de la paroi cellulaire dépasse le renflement sur beaucoup de ces cryptogames.

Quant ces derniers ne sont pas immobiles, leurs mouvements de translation sont énergiques et assez rapides. Comme l'a déjà noté M. Davaine, la partie renflée ou l'autre extrémité vont soit en avant, soit en arrière. Tantôt l'un, tantôt l'autre de ces cas se présente alternativement sur un même bâtonnet. La longueur de ces bactéries varie entre $0^{mm},009$ et $0^{mm},008$ dans un même liquide ou de l'un à l'autre. Leur épaisseur est de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$. L'extrémité renflée est plus épaisse du quart ou de la moitié et longue de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$.

Outre divers liquides contenant des tissus soit animaux, soit végétaux en décomposition, avec ou sans putridité, dans lesquels on trouve parfois abondamment ces bactéries, le sang des veines sus-hépatiqués en montre assez souvent, surtout lorsque le foie répand une odeur pénétrante, dite acide. Il y en a peu d'heures après la mort dans le sang de ces veines sur les chevaux morts de l'affection dite typhoïde, ainsi que je l'ai observé sur du sang de ces animaux que m'a procuré M. Salles (1873).

La diversité des conditions dans lesquelles on rencontre ce végétal unicellulaire, ou mieux ce mycélium cryptogamique unicellulaire, montre qu'on ne saurait lui attribuer une action pathogénique spécifique, comme celle qu'on attribue à la bactérie ou bactéridie multicellulaire dite du charbon et à leurs homologues.

Comme l'a noté aussi M. Davaine, ces corps sont d'abord immobiles, fixés ou adhérents, puis, au bout de un, deux ou plusieurs jours, ils entrent en un mouvement, comme rotatoire, ou décrivent une surface de cône autour de l'extrémité fixe, puis de translation. Ils retombent ensuite dans l'immobilité, sans qu'on puisse savoir ce qu'ils deviennent ultérieurement. Ces particularités s'observent aussi sur les spores et mycéliums cryptogamiques appelés *Vibrio bacillus*, etc... (Voy. Ch. Robin, *Anat. cellulaire,* Paris, 1873, p. 46 et 47, et Littré et Robin, *Dict. de médecine*, 13e et 14e édition, art. *Leptothrix* et *Vibrion*). Aussi les différences que quelques cryptogamistes veulent établir entre les genres *Leptothrix* et *Bacillus*, fondées sur l'état d'*adhérence* des premiers et de *motilité* des seconds, manquent de toute validité. Elles ne s'appliquent qu'à deux périodes successives de l'existence d'un même végétal. C'est absolument comme si l'on voulait décrire, en tant qu'espèces différentes, les Diatomées durant la période où les cellules ou frustules sont, soit individuellement pédicellées, soit réunies en individus plus ou moins composés, comparativement à la période durant laquelle elles sont libres et douées de motilité, autant dans un sens que dans le sens opposé, avec direction finale du côté d'où vient la lumière.

§ 9. — Sur la structure des animaux unicellulaires en général.

Au point de vue de la constitution de ce qui représente les conditions essentielles de l'accomplissement des actes dits d'ordre organique ou vital, il importe de savoir jusqu'où peut s'élever le degré de complication anatomique et physiologique des êtres indépendants dits *unicellulaires*, des organismes

indépendants qui sont incontestablement les homologues des *unités anatomiques* des corps vivants complexes. Il importe également de savoir si, sur l'animal ou le végétal antécédent unicellulaires, à vie indépendante, la complication structurale graduelle qui résulte de son propre développement vient ajouter une ou plusieurs autres parties élémentaires, dissemblables bien que restant homologues; si, en un mot, cet être fait comme l'œuf fécondé, qui, de l'état de cytode ou de cellule unique comme antécédent, a inévitablement pour conséquent génétique un être multicellulaire à cellules dissemblables, qui seul plus tard reproduit la forme structurale unicellulaire dont il dérive.

Or, sur les Podophrya, nous avons constaté (p. 550) un fait qui s'observe sur tous les autres animaux et les végétaux unicellulaires. C'est que, durant les phases de leur reproduction (fig. 18, 19 et 20), quand la génération des gemmes les fait passer temporairement à l'état multicellulaire, chaque gemme ou cellule représente déjà un nouvel individu indépendant. Elle ne représente pas une partie constituante associée à d'autres pour former un nouvel organisme multicellulaire et évoluant sous cet état, avec ou sans complication croissante de sa structure, avec ou sans addition, en un mot, d'unités anatomiques et d'organes nouveaux, concourant solidairement à l'accomplissement d'actes déterminés. L'état multicellulaire ne représente aucunement le passage d'un degré d'organisation à un autre supérieur, mais seulement une addition temporaire à un individu d'individualités déjà distinctes les unes des autres, qui font de moins en moins partie de l'organisme dont elles dérivent, au lieu de faire l'inverse, comme lorsqu'il s'agit de l'accroissement proprement dit.

Ainsi le corps des *Podophrya,* pas plus que celui des autres organismes unicellulaires, ne représente un œuf. L'*Infusoire* est plante ou animal, suivant les cas; mais ce n'est ni un *oophyte,* ni un *oozoaire*, ni surtout l'un ou l'autre indifféremment, d'après la nature des milieux dans lesquels il viendrait à être placé.

Indépendamment, du reste, des particularités de structure et

souvent de réactions qui permettent de distinguer l'ovule, tant animal que végétal, d'un protozoaire ou d'un protophyte, il faut noter que nul ovule n'englobe, pour les digérer et se développer, des corpuscules qui lui sont étrangers, comme le font tant d'infusoires.

Nous avons déjà vu (dans ce Recueil, année 1878, p. 609 et suivantes) jusqu'où peut s'élever la complication structurale des animaux unicellulaires, tels que les Noctiluques et les Infusoires ciliés. Elle peut aller jusqu'à la production d'un tentacule et d'un flagellum, d'une véritable ouverture buccale, avec des lèvres plus ou moins compliquées, etc... Sur nombre d'Infusoires, tant ciliés, acinétiens que flagellés, outre les cils chez les uns, les rayons ou suçoirs chez ceux-là, le flagellum sur les autres, la vésicule pulsatile qui manque aux Noctiluques adultes, il peut y avoir une coque et son pédoncule plus ou moins compliqués. Ce sont là autant d'organes véritables, remplissant des usages très distincts de ceux qui sont dévolus à la paroi et au corps cellulaires, et ainsi des autres.

Ici on ne saurait trop insister sur cet autre fait : que, dès l'état d'organismes unicellulaires à vie indépendante, chaque cellule, par le fait des actes assimilateurs et désassimilateurs dont elle est le siège, produit déjà des parties extérieures à elle, tégumentaires et squelettiques : organes non cellulaires, bien qu'offrant des dispositions morphologiques souvent très-compliquées.

On voit ainsi, dès l'état unicellulaire, les animaux produire des pièces squelettiques relativement complexes, homologues de celles qui, sur les êtres pluricellulaires, sont d'origine éctodermique; qui, sans être cellulaires, ont déjà chez les Sertulariens une grande importance aux points de vue de la constitution et de la conservation de l'économie : pièces enfin qui, au-dessus des vers, des mollusques et des articulés (sur nombre desquels elles arrivent à former la masse la plus considérable de l'organisme), n'ont plus pour homologues que les écailles des poissons, les dents, les parois propres de la notocorde, du cristallin, des glandes, les coques et coquilles des œufs, et quelques autres

parties également non cellulaires, malgré souvent la grande complication de leurs dispositions intimes ou structurales. (Voy. Ch. Robin, *Anat. cellulaire*. Paris, 1873, in-8°, p. 125-151.)

Du reste, même sur les infusoires ciliés, on voit apparaître déjà telles ou telles pièces spéciales, non cellulaires, tégumentaires ou non, homologues des pièces ectodermiques des êtres multicellulaires. Tel est l'organe si curieux et si compliqué, d'aspect corné ou mieux chitineux, en forme de roue dentée, des Trichodines (fig. 35). L'animal, représenté par une seule cellule, produit ainsi déjà des organes non cellulaires aussi compliqués, caractéristiques, importants, que leurs analogues sous forme de crochets ou autres observés sur le parasite multicellulaire des *Ophryodendron* (fig. 7, j), sur nombre de Turbellariés, de Trematodes, de Cestoïdes, etc.

Parmi ces parties, il importe d'insister sur celles de nature squelettique, dont nous avons déjà parlé ci-dessus (p. 549), à propos des infusoires et des animaux plus complexes.

Ce sont là, en effet, de bien réelles *unités* aux points de vue anatomique et physiologique. La doctrine des éléments anatomiques, divisés en cellulaires et non cellulaires, en tient compte. C'est ce que ne fait pas la *théorie cellulaire*, qui ne voit rien hors de ce qui est cellule, sous cette dernière forme ou sous celle de *monères* ou de *plastides*, peu importe.

L'importance de ce sujet dérive de ce que les pièces squelettiques dont l'existence a été rappelée plus haut, donnent habituellement aux protozoaires une apparence d'organismes multicellulaires, ou au moins bicellulaires. C'est ce qui arrive en particulier pour tous ceux, si nombreux, qui sont pourvus d'une coque ou thèque, avec ou sans pédicule, parmi les infusoires ciliés, flagellés, cilio-flagellés et acinétiens. Pour les *Podophrya* et les *Acineta* en particulier, ce n'est pas la thèque seulement qui, au point de vue morphologique, prend l'aspect d'une cellule ou d'une paroi de cellule, sans en avoir toutefois la structure. Chez les Podophrya spécialement, c'est surtout le pédoncule qui donne à l'animal parfait l'apparence bicellulaire. Le corps, dans

son entier, étant considéré comme une cellule, en constituant réellement une à lui seul, dans le sens anatomique et physiologique du mot, le pédoncule en représente une seconde, mais au point de vue morphologique seulement. Cela est surtout manifeste dans les formes courtes de ce pedicelle (fig. 23, k, l, et fig. 30). Ailleurs, cette cellule est allongée comme le sont beaucoup de cellules des plantes (fig. 14 à 29).

Cette particularité est encore manifeste sur les Acinètes (fig. 8 à fig. 13). Mais ici cet organe est bien plus mince, a davantage l'aspect d'un filament incolore. Néanmoins, on peut distinguer aussi nettement que sur le plus large pédoncule des *Podophrya* une paroi propre à faces parallèles bien distincte de la cavité. On peut constater aussi que ce pédoncule n'est pas un tube ouvert aux deux extrémités, ni en continuité de substance avec la thèque de l'animal du côté de celle-ci. Il est clos à son extrémité supérieure (fig. 30, *a*), aussi bien qu'à l'extrémité inférieure fixée sur divers objets (fig. 30, *b*, etc.). Ce fait se constate aisément lorsque la cellule avec sa coque, formant le corps de l'animal, se détache de son support. Mais, si ce dernier organe est une cellule, ce mot étant pris dans le sens qu'il a dans le langage général, s'il est formé d'un contenant et d'un contenu, ce n'est pas une *cellule* dans le sens anatomique du mot. Il n'a de noyau à aucune période de son existence.

Ainsi, sous ce point de vue, pas plus que sous celui dont nous avons parlé plus haut (p. 549), cette partie constituante ne représente ici un passage de l'état unicellulaire à l'état multicellulaire sur ces animaux. C'est un exemple de complication organique sur des êtres unicellulaires par des parties constituantes non cellulaires qu'il faut ajouter à ceux déjà cités. Dès les protophytes et les protozaires, en un mot, à ce qui dans leur organisation offre l'état de cellule, s'ajoutent une ou plusieurs parties qui sont aussi organisées, et auxquelles pourtant la notion de cellule ne s'applique pas. (Voy. Ch. Robin, *Anatomie cellulaire*, Paris, 1873, in-8° p. 143.) Or, le nombre de ces parties constituantes de l'économie va en augmentant à mesure que celle-ci devient de plus en plus compliquée. Aussi,

quoi qu'en disent ceux qui prétendent que la notion de cellule suffit pour résumer en la condensant l'idée d'organisme, que dans l'anatomie il n'y a rien hors de l'étude de ce qui est cellule ou composé de cellules, on voit qu'il reste beaucoup à faire lorsqu'on ne connaît encore que ce qui est cellulaire. On voit en particulier que, dès les Protozoaires d'une part, les Protophytes de l'autre, on n'aurait qu'une idée imparfaite de leur constitution, si l'on se bornait à l'examen seulement de la cellule qui les compose principalement, mais non en totalité.

On voit ici, une fois de plus, que la notion de *cellule* ne suffit pas pour tout embrasser, en anatomie aussi bien qu'en physiologie élémentaires; qu'il y a autre chose dans les organismes que ce qui s'y trouve sous forme cellulaire.

D'autre part, en se plaçant au point de vue du mouvement de la vie, et non plus sous celui de l'équilibre, on doit dire *unité physiologique*, en parlant de ce qui est immanent à chaque forme élémentaire de la substance organisée, comme on dit *unité anatomique* en parlant de celle-ci. Chaque élément, tant cellulaire que non cellulaire, représente en effet à ce point de vue une *unité physiologique*. Mais, chose importante, dans les *unités cellulaires* seules, se comptent celles qui sont douées de propriétés dites de la vie animale d'une part, et même jusqu'à un certain point des propriétés reproductrices de l'autre. On sait en effet que les éléments non cellulaires sont produits par les éléments cellulaires; que leur génération et leur reproduction sont subordonnées à celles des premiers. Ils se nourrissent et se développent, mais restent toujours dépourvus, soit de contractilité, soit de névrilité; peuvent être régénérés mais ne reproduisent pas directement.

Naturellement, ce qui est dit *unité physiologique* se complique, comme nous l'avons vu dans les protozoaires, au même titre que l'organisation de la cellule qui représente l'*unité anatomique* observée, et l'expression ne reste vraie que lorsqu'on parle à un point de vue général ou abstrait.

Quoi qu'il en soit, le *Podophrya Lyngbyei* par exemple, à l'état de larve (fig. 21 et 22), représente bien une *unité anatomique*

et physiologique. Mais il est certain que l'adulte et celui des Acinètes, par leur pédicule, par leur thèque séparable du précédent et par leur corps séparable de la thèque (fig. 9 et 10), sont des protozoaires sur lesquels on compte au moins deux sortes d'*unités anatomiques et physiologiques*. L'une, la thèque et son pédicule non contractiles, est subordonnée à l'autre, le corps sarcodique, et elle demeure de nature anatomique et physiologique intime différente.

Dès l'étude des animaux unicellulaires, on s'aperçoit aussi combien restent superficiellement hors de la réalité ceux qui, en anatomie, voient tout dans l'étude des formes, des dispositions morphologiques seulement, à quelque période que ce soit de l'existence des êtres observées. Ils laissent alors derrière ces premières données nécessaires tout ce que, dans l'ordre théorique et scientifique proprement dit, donne l'analyse biologique qui détermine la nature intime des choses organisées, en faisant connaître les espèces d'éléments de l'ordination desquelles résultent ces configurations. Or, c'est par cela que se fait essentiellement l'anatomie générale, qu'elle se constitue comme science faisant prendre corps à toutes les autres branches de l'anatomie, qu'elle en forme un faisceau bien lié, par cela même qu'elle donne la raison d'être de ce qui a volume, couleur, consistance et configuration de telle ou telle sorte.

Ce que l'on laisse à faire ou à refaire devient encore plus manifeste et de plus d'importance encore en embryogénie, lorsqu'on se borne à indication des formes et des analogies de formes dites de *morula*, *gastrula*, etc.; puis aux formes que prennent les feuillets blastodermiques ; sans aller jusqu'à la détermination précise des espèces de cellules qui constituent ces formes, et des cellules qui deviennent particulièrement le point de départ de la génération de tel ou tel organe transitoire ou permanent qui n'existait pas encore. Toutes ces *formes* successives ne sont, en effet, qu'une résultante de groupements cellulaires, servant eux-mêmes d'intermédiaires entre chaque configuration antécédente et ce qui en dérivera bientôt comme organes définitifs, tant de la vie de nutrition que de

celle de la reproduction, de la locomotion et de l'innervation.

Ceux qui veulent considérer la biologie comme indépendante de la chimie, qui sert à déterminer la nature intime des objets, l'anatomie comme bornée à la morphologie, sans avoir besoin des notions que donne l'élémentologie, ne feront jamais, comme on le voit, que l'étude du superficiel, sans atteindre les conclusions qui donnent logiquement, c'est-à-dire scientifiquement, la raison d'être des choses.

C'est ce même esprit qui, dans un autre ordre de notions, laisse à un degré d'ignorance plus complet encore en histologie comparative, en embryogénie, et sur ce qui touche à la composition des plasmas, à la nutrition, etc., ceux qui vont répétant que la lymphe est un liquide embryonnaire rénovateur des tissus : comme si la rénovation moléculaire nutritive n'était pas précisément portée au plus haut degré d'activité dans les plantes, les animaux unicellulaires et pauci-cellulaires, les œufs et les embryons, où manque précisément la lymphe.

EXPLICATION DES PLANCHES XXXIX A XLIII.

Toutes les figures dont le grossissement n'est pas indiqué sur les planches sont dessinées sous celui de 300 diamètres réels.

Fig. 1. — *Ophryodendron abietienun* écarté de la Sertulaire à laquelle il adhérait, par pression, pour montrer son point d'adhérence (*a*) et la forme générale du corps.

b. Sillon en partie effacé qui partage le corps.

c. Point d'où le tentacule se détache du corps.

d. Plis transverses du tentacule rétracté.

e. Bouquet terminal formé par les cirres ou palpes de l'extrémité du tentacule.

Fig. 2. — Ophryodendron sous la forme, la direction du tentacule, et le mode d'application contre les Sertulaires, qui leur est le plus habituel.

b. Disposition la plus ordinaire du sillon rendant le corps bilobé. Comme fig. 1.*d*, *e*.

f. *g*. Corps sur lequel est appliqué l'animal.

Fig. 3. — Forme ovoïde en long des Ophryodendron, peu commune, écartée par compression de la Sertulaire qui la portait.

a. Organe de fixation montrant une forme aplatie, plus régulière qu'à l'ordinaire.

b, c, d, e. Comme à la fig. 1.

k, l. Vers ou larve de vers parasite que portent souvent les Ophryodendron.

j, k. Crochet par lequel adhèrent ces vers.

Fig. 4. — Ophryodendron ovoïde transversalement, après compression, ayant fait disparaître le sillon qui les rend bilobés.

a, c, d, e. Comme à la fig. 1.

j, k, l. Comme à la fig. 3.

h. Point d'adhérence d'un corps en forme de gemme, lobé lui-même (*i*), se détachant du corps de l'Ophryodendron.

Fig. 5. — Le tentacule des Ophryodendron en état d'extension, au lieu d'être rétracté en colonne comme dans les figures précédentes.

c. Insertion du tentacule.

d. Tige du tentacule étendue et sans plis.

e, e. Les cirres écartés les uns des autres par leur extension.

Fig. 6. — Portion de l'extrémité du tentacule (*d*), montrant le mode d'insertion des cirres (*e*) sur la tige.

Fig. 7. — L'extrémité postérieure du vers parasite des Ophryodendron montrant comment elle est coupée obliquement, en forme de ventouse bordée d'un petit bourrelet (*l*).

j. Portion de l'organe en forme d'ancres pourvue de pointes de fixation, qui dépasse l'extrémité du corps et dont la tige est prolongée (*k, l*) sous le tégument de cette extrémité.

Fig. 8. — *Acitenopsis rara* Ch. R., animal unicellulaire, pourvu d'un pédicelle (*a, b*), d'une thèque, ou coque (*b, c*), d'un tentacule extensible (*d, e*) et rétractile (*t*), sous forme de petite colonne plissée en travers (*g*).

h. Sa vésicule pulsatile.

Fig. 9. — *Acineta patula* Ehrenb., dont le corps est comme suspendu dans sa coque en cupule pédicellée.

Fig. 10. — Autre forme d'Acinète grisâtre incolore.

a, b, c. Comme dans la fig. 8.

d. Les suçoirs, rayons ou expansions du corps de l'animal.

Fig. 11. — *Acineta tuberosa* Ehr. vue par l'une de ses faces.

f, e. Le pédicelle et son insertion sur l'extrémité inférieure du corps (*e*),

d, a. La coque ou thèque, contenant la substance du corps et sa vésicule pulsatile.

a. Bord mince de la thèque, allant de l'un à l'autre des tubercules, laissant sortir les rayons ou suçoirs.

Fig. 12. — Autre individu plus gros : même signification des lettres *a, b, e, f.*

b, e. Bande épaissie de la thèque, distinguant la partie médiane de celle des portions latérales ou tubercules (*g, g*).

Fig. 13. — La même vue de côté et non de face.

Fig. 14. — *Podophrya Lyngbyei* Ehr. de petit volume, à deux vésicules pulsatiles, montrant l'insertion (*a*) du pédicule (*ab*).

Fig. 15. — Autre individu plus grand, dont le pédicule recourbé laisse voir l'animal de face.

c. Coque transparente dont le bord dépasse la substance granuleuse du corps. Celle-ci montre une vésicule pulsatile et des expansions hyalines.

a, *b*. Comme dans la figure précédente.

Fig. 16. — *Podophrya* dont le corps au milieu de sa face supérieure devient hyalin, sans granules, sans expansions, ce qui est la première période de la formation de ses gemmes externes.

a, *d*, *c*. La coque ou cupule avec le repli (*e c*) en bordure transparente qui se voit sur un grand nombre.

a, *b*. Le pédoncule ou pédicelle.

e. Les expansions, rayons ou suçoirs.

Fig. 17. — La même *Podophrya*, vue de côté opposé, une demi-heure environ plus tard, avec 4 gemmes (*e*), à peu près au quart de leur développement.

Fig. 18. — Autre *Podophrya* montrant quatre gemmes à peu près à la moitié de leur développement.

Fig. 19. — Autre individu, dont les 4 gemmes, arrivées vers la fin de leur développement, ont presque épuisé la substance hyaline du corps (*c*) du producteur, et l'ont réduit à une petite masse foncée sans expansions. La face interne, concave des gemmes est bordée de cils mobiles.

Fig. 20. — Grosse *Podophrya* portant huit gemmes sur la fin de leur développement, sans disparition complète des expansions. Le bord de la face interne concave des gemmes, porte aussi des cils mobiles et courts. Sur chaque gemme, on voit 1, 2 et parfois 3 vésicules pulsatiles.

Fig. 21. — Gemme détachée de son générateur, vue de trois quarts, avec sa face interne ou inférieure concave, bordée de cils courts rapprochés et fins.

a. Face dorsale, un peu bosselée,

Fig. 22. — Gemme un peu plus grande vue par sa face inférieure concave.

Fig. 23. — Phases du passage d'une gemme à l'état de *Podophrya* immobile et pédiculée.

a. Gemme s'arrêtant, pourvue encore des cils (*i*), et à face dorsale bosselée (*a*).

b. La même, un quart d'heure plus tard, directement appliquée par sa face inférieure, ne montrant plus de cils.

e. La même, 12 à 15 minutes plus tard, relevant ses deux extrémités, et dont la face dorsale émet quelques expansions pâles et courtes.

d, *e*. La même, dessinée de quart d'heure en quart d'heure, montrant le progrès des mêmes dispositions.

f. La même, un quart d'heure plus tard, ayant pris déjà la forme

générale du corps des adultes, encore directement fixée sur la Sertulaire par la portion rétrécie (*j*) où s'insérera le pédicelle.

g. La même, 20 minutes environ plus tard, avec des expansions plus nombreuses et plus longues, les unes aiguës déjà, les autres encore mousses. Un court pédicule (*k*) se développe, et sépare de la Sertulaire le corps, qui a pris encore mieux la forme de celui des adultes.

h. La même, une demi-heure plus tard, ne différant des adultes que par la brièveté du pédicelle (*l*) et le peu de granules colorés du corps.

Fig. 24. — *Podophrya* adulte restée très transparente avec ses expansions entièrement rétractées.

a. Disposition de l'adhérence du sommet du pédoncule à la base de la cupule du corps.

Fig. 25. — Individu dont le corps (*c*), réduit à un petit volume après abandon de ses gemmes (voy. fig. 19), recommence à émettre des expansions encore courtes et mousses (*a*).

Fig. 26. — *Podophrya* produisant la forme non ciliée des gemmes externes, ayant déjà de courtes expansions mousses (*h*).

Fig. 27. — Autre individu portant une gemme de même sorte (*i*) complètement développée, avec un faisceau de courtes expansions ou suçoirs mousses (*h*).

Fig. 28. — Autre *Podophrya* portant une gemme avec un court pédicule finement grenu.

i. Bordure de la cupule de la gemme dépourvue de suçoirs.

a. Le pédoncule de la *Podophrya* renflé et replié en chapiteau, ainsi qu'on le voit sur quelques individus.

Fig. 29. — Autre *Podophrya* portant deux gemmes et pédiculées avec des suçoirs assez nombreux (*c*, *c*).

a. Disposition de l'adhérence de l'extrémité supérieure du pédoncule à la coque du corps de l'animal.

Fig. 30. — *Podophrya* enkystée avec quelques courtes expansions.

a. Sommet du pédoncule s'avançant dans le kyste jusqu'à la base du corps de l'animal.

Fig. 31. — *Trichodina Scorpenæ* Ch. R., vue de côté.

a. Portion dorsale, supérieure ou contractile du corps, souvent plus ou moins contractée et aplatie.

b. Couronne de gros cils dressés du côté de la portion précédente.

c. Portion discoïde non contractile du corps, portant la vésicule pulsatile.

d. Couronne inférieure des cils fins ou locomoteurs.

Fig. 32. — Face inférieure concave du même animal, entourée de la couronne de cils locomoteurs (*d*) et occupée par l'organe en roue dentée.

Fig. 33. — Pièces solides de l'infusoire vues de trois quarts.

e. Organe médian en mince roue dentée occupant la face inférieure.

f, *g*. Pièce annulaire correspondant à la portion non contractile du corps (fig. 31, *c*), dont le bord inférieur (*f*) répond à l'insertion des cils fins (fig. 31, *d*), et le supérieur (*g*) à celle de la couronne de gros cils (fig. 31, *b*).

Fig. 34. — La même pièce vue de profil. Même signification des lettres.

Fig. 35. — L'organe en forme de roue dentée isolé.

a. Sa portion circulaire continue portant des pointes droites rayonnant vers son centre.

b. Les pointes, plus larges, courbées en faucille, rayonnant en dehors de son bord interne.

Fig. 36. — Aspect du bord inférieur de la pièce annulaire de la figure 34, quand elle est vue de face ; les cils fins qu'elle porte sont renversés en dedans (*b*).

Fig. 37. — Variété de *Conodosiga botrytis*, Stein *ex* Ehrenberg, sur laquelle, au lieu de collerette, existent 4 cirres rigides (*f*, *f*, *f*).

a, *a*, *a*. Élargissement de la base du pedicelle adhérent aux corps inertes dans l'eau.

b, *b*. Épaississement du sommet du pédicelle portant directement le corps de chaque animal.

c. Animal globuleux unique sur un long pédicelle.

d, *d*. Formes ovoïdes plus petites sur un court pédicelle. Toutes montrent 2 ou 3 vésicules pulsatiles.

e. Individus dont les cirres rigides sont réunis par une membrane formant collerette.

f, *f*, *f*. Les quatre cirres rigides, dont on ne voit que deux dans certaines positions de l'animal, insérés autour de sa portion supérieure en forme d'opercules hyalins.

g, *h*, *h*. Pédoncules portant 2 et 3 individus au lieu de 1 et de 4.

i, *i*, *i*. Mince membrane circulaire en forme de godet peu élevé, insérée sur l'opercule hyalin autour de la base du flagellum, se contractant et se dilatant alternativement.

j, *j*. Le flagellum, de 4 à 6 fois aussi long que le corps, aussi gros à sa terminaison, qui est mousse, qu'à son insertion au milieu du sommet hyalin en forme d'opercule.

Fig. 38. — *Bacterium capitatum*, Davaine.

ÉTUDE

SUR LES

LYMPHATIQUES DES MUSCLES STRIÉS

Par les Drs George et Frances Elisabeth HOGGAN
de Londres

(PLANCHES XLIV et XLV.)

Depuis la découverte du système général des lymphatiques on a cherché à démontrer les lymphatiques des muscles striés, mais le peu de succès qu'on a eu, a fait généralement croire à l'absence de lymphatiques propres dans ces parties.

Cette opinion est partagée jusqu'à un certain point par les meilleurs histologistes du jour, tandis que ceux qui maintiennent l'opinion contraire, admettent que les quelques résultats qu'ils ont pu obtenir ne constituent point une démonstration suffisante de l'existence des lymphatiques en question.

Il est certain que, jusqu'à présent, personne n'a jamais publié de figure des lymphatiques des muscles striés, et aucune démonstration de préparations microscopiques de ces lymphatiques n'avait eu lieu avant l'exposition que nous avons faite, devant le congrès international périodique des sciences médicales à Genève en 1877, de préparations nombreuses des lymphatiques dans différents muscles provenant d'animaux appartenant à diverses espèces. On trouvera dans les comptes-rendus du congrès un court résumé que nous avons donné, et les membres nombreux du congrès reconnaîtront sans peine que nos dessins sont des réproductions fidèles des préparations originales que nous y avons exposées.

En général, lorsqu'on fait une découverte qui a été préparée par les travaux des autres, on donne un résumé historique de la question, afin de conserver à chacun la part de mérite qui lui revient. Dans le cas actuel, il n'est guère besoin d'historique,

vu que notre découverte n'avait été préparée par personne, mais qu'elle fut, au contraire, un effet du hasard, et que nous avions passé des mois entiers avant de pouvoir retrouver le procédé qui nous avait fait d'abord distinguer les lymphatiques des muscles striés. Nous nous bornerons donc à donner des citations tirées des ouvrages de ceux qui se croyaient justifiés à maintenir qu'il existait réellement des lymphatiques à l'intérieur des muscles striés. D'après ces citations même, on verra combien étaient restreintes à cet égard les connaissances de nos prédécesseurs.

Les noms de Teichmann, de Ludwig et Schweigger-Seidel, et de Sappey méritent à plus d'un titre d'être rappelés au souvenir du lecteur, car ce sont des chercheurs dignes et laborieux dans le champ des lymphatiques. Tous ont cependant employé des méthodes qui différaient de la nôtre ; tous faisaient usage des injections, tandis que nous nous sommes servi d'une modification des méthodes de l'argent et de l'or, que nous allons bientôt expliquer en détail, car c'est la meilleure méthode qui permette jusqu'à présent de vérifier nos résultats et de répéter nos recherches.

Teichmann écrivait, en 1861, en parlant des parties où il n'avait qu'imparfaitement étudié les lymphatiques : « En ce qui concerne les muscles striés, les injections nombreuses qui ont été faites, font présumer qu'ils ne possèdent que peu ou point de lymphatiques. Je me prononcerais sans réserve pour leur absence si je n'avais pas vu entrer dans des parties musculaires quelques petits rameaux de la séreuse péritonéale. Ceux-ci n'étaient malheureusement qu'imparfaitement remplis, ce qui m'empêchait de voir s'ils se ramifiaient dans le muscle même, ou bien s'ils ne faisaient que traverser le muscle en formant des anastomoses entre les vaisseaux de la séreuse péritonéale et ceux de la séreuse thoracique. C'est cette dernière relation qui me paraît la plus vraisemblable, mais il faut que des recherches plus étendues tranchent la question (1). »

(1) *Das Saugadersystem.* Leipzig, 1861, p. 100.

Ludwig et Schweigger-Seidel, qui se sont montrés des observateurs très exacts, écrivent d'un autre côté dans leur ouvrage admirable sur les lymphatiques des tendons, tissu toujours en rapport avec les muscles (1) : « Malgré tous nos efforts nous n'avons point réussi jusqu'à présent à trouver dans les muscles du squelette une quantité de lymphatiques qui fussent en rapport avec l'abondance de leurs vaisseaux sanguins. Dans quelques feuillets épais de tissu conjonctif qui passent chez le chien de l'aponévrose du muscle biceps femoris dans l'intérieur du muscle et à proximité de son tendon inférieur, nous avons pu remplir un réseau peu abondant qui se trouvait indubitablement entre les faisceaux musculaires, quoiqu'il fût assez superficiel. Toutefois, en d'autres endroits, il était impossible de trouver même cette indication de lymphatiques intermusculaires. »

Sappey, en parlant des vaisseaux lymphatiques du diaphragme et des autres muscles striés, s'exprime de la manière suivante, dans son ouvrage récent fort volumineux, mais qui laisse parfois à désirer sous le rapport de l'exactitude (2) : « Ces vaisseaux ont pour origine des capillaires faciles à injecter sur tout le centre aponévrétique du diaphragme et sur la partie correspondante des faisceaux charnus. A mesure qu'on s'éloigne de l'attache de ceux-ci pour se rapprocher de la circonférence du thorax leur injection devient de plus en plus difficile, puis tout à fait impossible. Mais, nul doute, puisqu'ils se montrent en toute évidence sur une partie de leur trajet, qu'ils existent aussi sur les autres points de leur longueur... Par la ponction du réseau avec la pointe du tube à injection mercurielle on arrive donc à constater sur le diaphragme non seulement leur existence, mais la disposition qu'ils présentent sur les faisceaux musculaires de petit volume. Cette disposition est réticulée comme sur les surfaces tégumentaires. Au-dessous du réseau qui enlace le fascicule y a-t-il un réseau plus délié enlaçant les fibres qui le composent? Tout le fait supposer, car les vaisseaux

(1) *Die Lymphgefässe der Fascien und Sehnen.* Leipzig, 1872, p. 9.
(2) *Vaisseaux lymphatiques.* Paris 1874, p. 23.

périfasciculaires émanent incontestablement de ces fibres, et ils sont si nombreux que plusieurs semblent partir d'une même fibre. Comment s'établissent leurs connexions avec celles-ci? Nous savons que les capillaires sanguins ne les pénètrent pas. Les capillaires lymphatiques les pénètrent-ils? Très probablement ils se comportent à leur égard comme les précédents... Sur les autres muscles striés, à l'exception du cœur, aucun observateur n'a vu les réseaux périfasciculaires que nous avons trouvés sur le diaphragme. Les vaisseaux qui en sortent, n'ont été aperçus qu'à leur point d'émergence accompagnant les vaisseaux sanguins. Ce n'est même jusqu'à présent que sur les gros muscles qu'il a été possible de constater leur présence. »

On ne trouve dans l'ouvrage si richement illustré de Sappey aucun dessin des lymphatiques du diaphragme, qu'il décrit sans préciser à laquelle des deux surfaces ils appartiennent, bien qu'une observation qu'il laisse tomber, fasse supposer qu'ils appartiennent à la surface thoracique. C'est là une omission grave. Si maintenant on compare la description de ces lymphatiques avec les réservoirs représentés dans nos fig. 4, 7 et 8, en notant que ceux-ci augmentent de calibre vers la périphérie du diaphragme, on verra que Sappey s'est laissé entraîner à côté de la vérité lorsqu'il s'agit de l'état des lymphatiques du diaphragme, de même que pour l'origine des lymphatiques à l'intérieur des muscles striés. Nous montrerons tout à l'heure que ses observations et sur l'un et sur l'autre point, sont erronées.

Avant de décrire ces lymphatiques, nous parlerons d'une manière détaillée des modifications des méthodes de l'argent et de l'or dont nous nous sommes servis, car sans observer consciencieusement les précautions que nous allons indiquer on n'arrive pas à distinguer les lymphatiques que nous étudions.

On sait déjà que pour faire voir les contours des cellules d'une séreuse, on laisse la surface de celle-ci au contact d'une solution d'argent plus ou moins concentrée pendant un temps qui peut varier de quelques instants à une heure, et que dans

ces conditions les contours se dessinent toujours bien. Pour distinguer les lymphatiques, une pareille méthode serait sans valeur, car nous devons viser à laisser pénétrer la solution d'argent jusqu'aux lymphatiques qui se trouvent disposés entre d'autres tissus, sans cependant lui laisser le temps de les saturer. Le tissu environnant aura ainsi pris une teinte foncée, tandis que les lymphatiques, les vaisseaux sanguins et les faisceaux de nerfs restent blancs, et ils sont par conséquent, bien définis. Cette manipulation est d'autant plus difficile que l'on doit préciser pour chaque espèce et pour chaque partie de l'animal le temps juste pendant lequel il convient de laisser agir l'argent, car une erreur de quelques instants en plus ou en moins fait manquer complètement la préparation. On doit employer une solution d'argent assez concentrée ; nous avons trouvé celle à $\frac{1}{100}$ la plus convenable, quoique nous nous servions de différentes solutions suivant les cas.

Supposons, par exemple, que l'on désire montrer les lymphatiques situés sur la surface péritonéale du muscle transverse de l'abdomen d'une souris. On prend pour cela les anneaux histologiques que nous avons déjà figurés dans ce Journal, p. 5, 1879. L'animal ayant été tué et la peau enlevée, on fait une incision à travers la paroi abdominale, qui commence dans la région pubienne et qui passe par la crête iliaque, la colonne dorsale et le bord de la cage thoracique pour arriver au sternum. Ayant choisi un anneau inférieur convenable, on l'applique avec soin contre la surface péritonéale ; on ajuste le second anneau sur le premier, et avec des ciseaux on sépare la préparation de l'animal. On tient ensuite entre les doigts de la main gauche le tambour renversé, et on le remplit à moitié, sans le laver préalablement, d'une solution d'argent à $\frac{1}{100}$. Puis on l'agite un instant, et on jette le liquide. Il faut cependant que la petite opération tout entière soit faite en moins de temps qu'il ne nous en faut pour la décrire, car la surface du tissu ne doit rester que très peu de temps au contact de l'argent. On l'expose pendant dix minutes au jour, après quoi on la lave pour la première fois dans de l'eau. Puis on verse dans le tambour une so-

lution de chlorure d'or au demi-centième que l'on jette au bout d'une minute, on met la membrane pendant quelques heures au jour sans l'exposer au soleil, on la lave dans de l'eau, et on l'éclaircit avec la glycérine. On l'examine de temps en temps sous le microscope, et si la préparation est bonne on la monte d'une manière permanente. Si on ajoute à la glycérine un peu d'acide acétique la réaction se fera plus vite, mais en revanche le tissu devient en peu de temps tellement foncé qu'il perd sa transparence et la préparation sa valeur.

Les travailleurs, même les plus habiles, doivent s'attendre à beaucoup d'échecs, ou, pour mieux dire, ils ne doivent s'attendre qu'à peu de préparations réussies. Sur les bonnes préparations on verra les vaisseaux, les nerfs et les cellules d'un blanc bien défini sur un fond brun, et les cellules crénelées des lymphatiques se dessineront bien. Nous faisons remarquer que le résultat ainsi obtenu est précisément le contraire de ce qui s'obtient en injectant les vaisseaux sanguins ou les lymphatiques avec une solution d'argent ou une masse colorée, car alors les vaisseaux et les lymphatiques sont noirs ou foncés sur un fond clair, tandis que nous les obtenons blancs sur un fond foncé.

Lorsqu'on prépare la partie musculaire du diaphragme, on doit toujours la laisser attachée à la cage thoracique. Si l'on désire montrer la surface péritonéale, on doit enlever avec soin le foie, et on doit inclure dans une même ligature la veine cave, la colonne dorsale et d'autres parties adjacentes avant d'enlever la partie supérieure du tronc de l'animal. On tient alors en haut la surface abdominale, on y verse d'une certaine hauteur la solution d'argent, et on emploie les procédés que nous avons déjà indiqués. Si c'est la surface pleurale du muscle phrénique que l'on prépare, on fait une ouverture dans la paroi thoracique, on enlève avec soin les poumons et le cœur tout en laissant le diaphragme encore attaché à la cage thoracique, et on verse dans le thorax les différents réactifs.

Chez la souris on peut traiter les deux surfaces à la fois, de façon à montrer le rapport qui existe entre les lymphatiques

efférents à valvules de la surface supérieure et les réservoirs lymphatiques sans valvules de la surface inférieure (fig. 18).

Chez des animaux plus grands nous recommandons de ne traiter qu'une surface de chaque diaphragme, vu son épaisseur et l'opacité qui en résulte.

Si c'est la surface interne de la paroi thoracique que l'on veut examiner, on ne doit point y faire d'ouverture, mais on doit enlever le diaphragme avec les viscères thoraciques, et verser ensuite les réactifs dans la cavité du thorax. En tout cas on doit toujours éviter de couper ou d'affaiblir les attaches d'une partie quelconque que l'on étudie avant qu'on ne l'ait éclaircie et qu'on ne l'ait laissée séjourner quelque temps dans la glycérine, après quoi on peut l'enlever sans crainte de voir la préparation se rétrécir et se déformer.

Supposons maintenant que l'on ait fait des préparations d'après notre méthode, et passons à la considération du système de lymphatiques qu'elles font voir. Prenons d'abord la partie musculaire du diaphragme, qui peut être prise comme type de tous les autres muscles. Elle présente pour l'étude les avantages suivants : 1° elle est assez mince pour que l'on puisse préparer les deux surfaces à la fois chez un animal de la taille de la souris ; 2° elle est isolée, et, par conséquent, on ne peut attribuer à d'autres parties ou à d'autres organes le système de lymphatiques que l'on y découvre.

En étudiant à la fois, à l'aide du microscope, les deux surfaces du muscle, la première particularité qui nous frappe, c'est qu'il n'y a point de ressemblance entre les lymphatiques des deux surfaces du diaphragme, et la différence que nous y remarquons est tellement grande qu'une description qui s'appliquerait aux lymphatiques de l'une des deux surfaces ne pourrait point s'appliquer aux lymphatiques de l'autre, de sorte que quiconque voudrait faire la description des lymphatiques du diaphragme sans préciser la surface à laquelle ils appartenaient, s'exposerait au reproche de n'avoir vu ni les uns ni les autres.

On ne voit sur la surface pleurale qu'un réseau irrégulier de

lymphatiques à valvules d'un calibre peu considérable (fig. 3 et 5), qui correspond au système de lymphatiques efférents à valvules que nous avons déjà décrit sur la surface hypodermique de la peau et sur la surface peritonéale de l'intestin.

Sur la surface abdominale du diaphragme on ne voit, au contraire, point de lymphatiques à valvules, mais bien un système de réservoirs lymphatiques sans valvules qui sont relativement énormes. Nous parlerons tout à l'heure de la formation de ces réservoirs; il suffira pour le moment de dire qu'ils se présentent comme de grands lacs (fig. 4, 6, 7, 8 et 10), parsemés d'îlots dont le nombre et la grandeur varient suivant l'espèce et l'âge de l'animal. Nous pouvons affirmer à propos de ces réservoirs, malgré ce qu'en dit M. le professeur Sappey, qu'ils sont plus considérables vers la périphérie du diaphragme (fig. 4, 7 et 8), mais qu'en général ils ne s'étendent ni jusqu'aux attaches thoraciques du muscle d'un côté, ni jusqu'à ses points d'attache au centre phrénique de l'autre côté. On voit très clairement les cellules endothéliales crénelées qui tapissent ces réservoirs lymphatiques, et à l'aide du microscope binoculaire leur rapport avec l'endothélium à bords réguliers du péritoine, ainsi qu'avec les fibres musculaires, les vaisseaux sanguins et les nerfs devient très évident.

La plupart de ces réservoirs n'ayant, comme nous l'avons déjà dit, point de connexion ni avec le centre phrénique ni avec la paroi abdominale, doivent évidemment verser leur contenu dans les vaisseaux de la surface pleurale, en traversant pour y arriver toute l'épaisseur du muscle. C'est ce qui a lieu et ce qui constitue la raison d'être du réseau de lymphatiques efférents à valvules que l'on y trouve.

Revenons un instant à ce réseau de lymphatiques à valvules. Nous verrons que, quoique les réservoirs sans valvules y manquent aussi complètement que la surface abdominale est dépourvue de lymphatiques efférents à valvules, néanmoins à de certains endroits (fig. 3 et 9) un rameau du vaisseau efférent paraît se terminer brusquement. Ce n'est pourtant pas là une terminaison; c'est tout simplement le

point où le lymphatique efférent à valvules situé sur la surface pleurale se recourbe et descend brusquement en traversant le feuillet musculaire pour aller rejoindre le réservoir sans valvules de la surface péritonéale du muscle. C'est là une disposition des lymphatiques efférents et collecteurs dont nous retrouvons le principe dans la peau, dans le canal intestinal, dans des muscles que nous allons décrire plus loin, et ailleurs dans le corps, principe à signification très étendue qui paraît avoir échappé aux autres observateurs et sur lequel nous reviendrons à la fin de ce travail.

Nous avons figuré (fig. 7) les artères principales du muscle phrénique, ainsi que ses veines principales (fig. 8), et l'on verra que, si les lymphatiques efférents de la surface thoracique, et les lymphatiques collecteurs de la surface péritonéale ne montrent point de parallélisme il n'en existe pas non plus entre les deux catégories de lymphatiques et les vaisseaux sanguins principaux de la même région. Nous montrons sous un même grossissement (fig. 7 et 8) les réservoirs collecteurs de la même partie de la surface du diaphagme chez deux souris différentes afin de faire voir que ces réservoirs n'ont point d'arrangement régulier et que la disposition en diffère non seulement d'une espèce à l'autre mais aussi d'un individu à l'autre appartenant à la même espèce. C'est l'âge qui paraît exercer l'action modificatrice la plus considérable, laquelle consiste en une augmentation d'étendue des lymphatiques (fig. 7). Cette préparation provient d'une souris beaucoup plus âgée que celle qui a fourni la fig. 8. On comprendra l'action modificatrice apportée par l'âge et le développement en se reportant à fig. 2, qui provient du diaphragme d'un chat nouveau-né vu par la surface péritonéale. C'est le seul exemple que nous ayons rencontré dans ce muscle de la disposition anormale qui offre sur le même plan, et communiquant les uns avec les autres, des lymphatiques efférents à valvules et des réservoirs sans valvules ; cela est dû selon toute probabilité à l'état de développement peu avancé du sujet.

Si l'on compare avec nos figures les dessins de Ludwig et

Schweigger-Seidel représentant les lymphatiques des tendons, on reconnaîtra qu'il y existe une disposition semblable à celle que nous figurons (fig. 1), où les lymphatiques à valvules se continuent avec les réservoirs sans valvules en forme de gril. Une étude attentive de cette préparation paraît nous fournir l'histoire du développement de cette partie du système lymphatique. C'est d'abord le lymphatique à valvules qui se forme et les valvules ou les ampoules valvulaires y sont très rapprochées les unes des autres. A mesure cependant que l'animal s'approche de l'âge adulte les espaces intervalvulaires s'allongent. Immédiatement au delà de chaque ampoule valvulaire il se développe un rameau sans valvules qui fait avec le lymphatique à valvules un angle droit. Tous ces rameaux faisant un angle droit avec le lymphatique qui leur sert d'origine sont parallèles les uns aux autres et parallèles en même temps aux fibres musculaires de la région où ils se développent. Cette disposition peut être mieux observée à cet âge peu avancé que plus tard lorsque de légères irrégularités se présentent, lesquelles cependant n'effacent point le principe général, d'après lequel les lymphatiques efférents à valvules traversent les fibres musculaires dans une direction qui se rapproche plus ou moins d'un angle droit, tandis que les lymphatiques collecteurs sans valvules sont situés entre les fibres musculaires, et prennent une direction parallèle à celles-ci.

Plus tard, au fur et à mesure de leur développement périphérique, les lymphatiques parallèles sans valvules commencent eux aussi à former entre eux des anastomoses à angle droit, et ils donnent, de la sorte, naissance à un réseau à mailles carrées. C'est là une autre période dans le développement des réservoirs que montre bien la fig. 2, provenant du même sujet, où le lymphatique efférent à valvules n'apparaît point parce qu'il vient de la face supérieure, mais où le réseau représente fort bien ce que l'on trouve à cette deuxième période.

Plus l'animal se développe, plus les lymphatiques parallèles et les anastomoses transversales auxquelles ils donnent naissance augmentent de calibre aux dépens des îlots de tissu inter-

posé, jusqu'à ce que, par suite d'invasions continuelles, ceux-ci disparaissent entièrement, et les lymphatiques collecteurs finissent par perdre même les apparences d'un réseau et ils s'offrent à nos regards comme de grands lacs, ou des réservoirs, au sein desquels le tissu qui n'a pas encore été envahi apparaît comme des îlots solitaires, ainsi que cela se voit, du reste, figures 4, 7 et 10. Nous avons donné à ces lymphatiques collecteurs le nom de *lagoons*, afin de les distinguer des canalicules, des sinus, des capillaires, etc., tous noms qui s'appliquent à d'autres parties du système lymphatique. Comme ces réservoirs ne ressemblent à aucune autre partie du système nous avons trouvé convenable de les désigner ainsi par un nom qui leur soit propre.

Nous ferons observer que, bien que sur la figure 1, on voie un *lagoon* en voie de se développer aux dépens d'un seul lymphatique efférent, cependant les grands *lagoons* de la surface péritonéale versent en général leur contenu dans plusieurs branches des lymphatiques efférents à valvules de la surface pleurale.

Ces lymphatiques à valvules ne pénètrent pas en général à angle droit dans la couche musculaire, mais ils la traversent le plus souvent dans une direction oblique, et on en trouve même qui ont pendant un trajet plus ou moins long, une direction horizontale avant qu'ils ne se terminent ou plutôt qu'ils ne se transforment en un réservoir de volume considérable. On voit cela quelquefois très bien par l'effet d'une circonstance accidentelle qui, du reste, éclaire le point si longtemps discuté de savoir si les vaisseaux sanguins ont une connexion, oui ou non, avec les lymphatiques, et comment il se fait qu'en injectant les vaisseaux sanguins on parvient quelquefois à injecter en même temps les lymphatiques de certaines parties. Il n'est point nécessaire de supposer pour l'expliquer, qu'il existe des vaisseaux sanguins à l'intérieur des lymphatiques. C'est là une disposition que nous n'avons jamais rencontrée chez les mammifères, et à laquelle nous ne croyons point, bien que nous ayons rencontré des vaisseaux sanguins tellement affublés, pour

ainsi dire, d'énormes lymphatiques dans leurs voisinage que l'erreur de ceux que les supposaient entourés de lymphatiques paraît toute naturelle. Plus d'une fois, pendant que nous injections les vaisseaux sanguins d'un rat avec une masse colorée très chaude, il s'est trouvé que la mince paroi qui séparait les capillaires sanguins des réservoirs lymphatiques à côté d'eux a crevé, et l'injection colorée a passé par conséquent dans les réservoirs. Une fois ceux-ci remplis, le liquide injecté coulait naturellement dans les lymphatiques efférents de la surface pleurale, et ainsi s'obtenait une injection complète d'une partie du système lymphatique de la région musculaire du diaphragme.

En traitant les deux surfaces de ces préparations par les solutions d'or et d'argent, on met en évidence l'endothélium des lymphatiques injectés ainsi que celui des lymphatiques qui ont échappé à l'injection, et à l'aide du microscope binoculaire nous avons obtenu une démonstration complète de tous les tissus de l'endroit vu en perspective. Ainsi, nous avons pu constater que chaque réservoir communiquait avec plus d'un lymphatique efférent à valvules, et que ceux-ci suivaient quelquefois un trajet assez long dans l'épaisseur du muscle avant leur émergence à la surface pleurale. Ce sont là des points que la méthode au nitrate d'argent était incapable de décider, vu qu'elle n'est applicable qu'à des surfaces planes.

Lorsqu'on a sous les yeux des lymphatiques aussi considérables et aussi bien définis que ceux de la partie musculaire du diaphragme, on se demande comment il se fait que des observateurs tels que Recklinghausen, His, etc., qui ont si bien démontré les lymphatiques du centre phrénique, n'aient pas porté leurs recherches un peu plus loin jusqu'au muscle contigu, car sur la surface pleurale au moins les lymphatiques efférents des parties tendineuses et musculaires du diaphragme sont continus les uns avec les autres, bien que cela se rencontre rarement sur la surface péritonéale et jamais chez des animaux aussi petits que la souris. Nous ne pouvons nous expliquer comment ils ne les ont pas vus, autrement que par la grande

taille des animaux dont ils se servaient, tels que les lapins et les cochons d'Inde, chez lesquels le muscle phrénique est trop épais pour être transparent lorsqu'on le met sous le microscope. Peut-être aussi ignoraient-ils qu'un contact prolongé avec des solutions d'argent obscurcit tellement les réservoirs lymphatiques qu'ils finissent par ne plus être visibles. Il est probable aussi que le procédé employé par Recklinghausen, qui consistait à fixer au moyen d'épingles le diaphragme étendu sur un anneau de liège, afin de pouvoir étudier le centre phrénique, laissait en dehors toute la partie musculaire.

Il n'y a pas lieu de s'étonner que la méthode des injections n'ait pas permis de voir les réservoirs, alors même qu'ils seraient toujours remplis. Supposons que l'on ait injecté un réservoir tel que ceux des figures 4 et 7, l'opérateur aurait certainement cru à une extravasation au milieu des tissus, vu qu'on ne connaissait nulle part dans le corps des lymphatiques à calibre aussi considérable et dont la forme était si irrégulière.

Si nous étudions sous le microscope les réservoirs de la surface péritonéale du muscle, la première chose que nous rencontrons, c'est l'endothélium à bords réguliers qui constitue la surface de la séreuse péritonéale. Au-dessous de celui-ci nous trouvons une couche de tissu gélatineux, extrêmement mince partout où elle recouvre les réservoirs lymphatiques, mais qui est beaucoup plus épaisse dans les intervalles entre ceux-ci, occupant tout l'espace entre les cellules de la séreuse et le muscle. Dans le tissu gélatineux se voient, comme dans un milieu incolore, les nombreuses cellules étoilées dites cellules du tissu conjonctif. Dans les parties où la couche de tissu gélatineux est mince nous trouvons immédiatement au-dessous de celle-ci les cellules endothéliales crénelées qui forment la surface superficielle des réservoirs ; puis viennent les cellules crénelées de la surface profonde des réservoirs, qui semblent être appliquées directement contre les fibres musculaires, car si nous cherchons à dissocier dans une préparation les fibres musculaires, l'endothélium crénelé du réservoir brisé reste encore attaché à ces fibres.

Or, quoique ces réservoirs se trouvent pour la plupart interposés entre le muscle et le péritoine, néanmoins on les voit assez souvent monter et se ramifier entre les faisceaux secondaires de fibres formant la couche musculaire (*a*, figure 10); d'autres fois ce sont des fibres musculaires séparées qui viennent s'interposer entre les réservoirs lymphatiques et la couche de tissu gélatineux. La raison de cette disposition est facile à saisir lorsqu'on suit, comme nous l'avons fait, le développement de ces réservoirs. On voit d'abord les lignes parallèles de lymphatiques sans valvules gagner des lymphatiques à valvules, et il arrive souvent que les courts rameaux transversaux qui relient entre eux les lymphatiques parallèles, passent superficiellement par rapport à quelques fibres musculaires, et profondément par rapport à d'autres dans toute la longueur de ces fibres. Lorsque, plus tard, les îlots de tissu qui se trouvent compris entre les mailles ainsi formées, sont envahis par les lymphatiques en voie de s'élargir et finissent par disparaître, il ne reste plus qu'une cavité lymphatique ininterrompue qui s'étend entre les fibres éparses et la masse musculaire dont elle les sépare.

Chez la souris, et chez d'autres mammifères de petite taille, on trouve dans le centre phrénique une particularité qui ne se rencontre point chez les mammifères plus grands. C'est qu'il n'y existe ni lymphatiques ni capillaires sanguins à la surface péritonéale et dans l'épaisseur du centre phrénique. Si cependant on enlève l'endothélium qui en recouvre la surface, avant de traiter celle-ci par l'argent et l'or, on y découvre un réseau élégant et régulier de cellules étoilées dans toute l'épaisseur du centre phrénique qui rappellent celles que l'on connaît depuis longtemps dans la cornée, ainsi que celles déjà décrites par nous dans ce Journal, que nous avons trouvées dans les couches gélatineuses de la peau des batraciens et des poissons. Cet arrangement régulier des cellules étoilées est dû, selon toute probabilité, à l'absence dans ces parties du corps, des vaisseaux sanguins et de leur action perturbatrice.

Il y a entre l'endothélium de la séreuse qui recouvre les réservoirs lymphatiques et celui qui recouvre le muscle contigu

une différence frappante par rapport aux dimensions et aux apparences des cellules qui les composent, différence qui a suscité de longues discussions et fait naître pour l'expliquer plusieurs hypothèses. On a supposé que les cellules plus petites qui recouvrent le réservoir avaient des fonctions spéciales de résorption qui n'étaient point partagées par les cellules voisines plus grandes. Dans un mémoire sur quelques particularités de l'endothélium, nous avons montré que la différence de dimensions et de forme dépendait uniquement des variations de pression mécanique. Pendant la vie les réservoirs contre lesquels elles s'appliquent étant distendus de lymphe, les cellules avaient les mêmes dimensions et la même forme que celles qui s'appliquaient contre les muscles voisins, mais après la mort les réservoirs s'affaissent, les parois se rétrécissent et les cellules qui y sont appliquées se rétrécissent également en s'adaptant à la surface diminuée qui leur sert de base (fig. 18).

S'il existait réellement chez les mammifères des stomates qui reliassent ensemble les lymphatiques et les cavités séreuses, on devrait en trouver au-dessus des réservoirs lymphatiques. Nous avons préparé et examiné avec soin plusieurs centaines de diaphragmes, mais nous n'y avons jamais trouvé nulle trace de stomate, et, par conséquent, nous ne pouvons point les admettre.

Les réservoirs lymphatiques sans valvules de la surface péritonéale, et les lymphatiques efférents à valvules de la surface pleurale sont plus nombreux et plus grands dans la partie postérieure du diaphragme, c'est-à-dire sur les lobes postérieurs du muscle phrénique. Ils se trouvent ainsi situés dans la position la moins favorable pour remplir, par rapport à la cavité péritonéale, le rôle de résorption que leur ont prêté des physiologistes ingénieux, lesquels ayant changé toutes les conditions naturelles, ont démontré une fonction de résorption qui serait impossible dans la position normale de l'animal.

Nous avons déjà dit que les réservoirs lymphatiques de la surface péritonéale n'ont aucune communication directe avec les lymphatiques des parois abdominale et thoracique, mais

qu'ils se déchargent dans les lymphatiques efférents de la surface pleurale. Ces vaisseaux efférents quittent le diaphragme comme de grands troncs à divers points de sa périphérie, mais plus spécialement dans le voisinage des lignes médianes antérieure et postérieure et aux jonctions des espaces intercostaux avec le diaphragme.

Après la description minutieuse que nous avons faite de l'anatomie et des relations des lymphatiques du muscle phrénique, il serait superflu d'entrer dans les mêmes détails pour les lymphatiques des autres muscles que nous allons décrire. Nous nous occuperons donc surtout de leur forme générale, de leur arrangement et de leurs connexions, tout en faisant remarquer qu'on ne trouve nulle autre part de réservoirs aussi vastes que nous en avons trouvé sur le diaphragme. On dirait même que dans les autres parties du corps le développement des lymphatiques sans valvules reste stationnaire dans la période de réseau en forme de gril; les mailles en sont cependant beaucoup plus larges que celles que l'on trouve sur le diaphragme. De plus, si nous étudions les lymphatiques de parties qui ne possèdent point de séreuse, nous n'y trouvons plus de cellules étoilées au voisinage des lymphatiques.

Fixons en premier lieu notre attention sur les lymphatiques du muscle transverse de l'abdomen. Nous y trouvons, à différents points de la surface interne, le réseau de lymphatiques sans valvules dont le calibre et l'étendue varient à l'infini depuis le petit groupe, fig. 21, jusqu'au grand plexus montré, fig. 23, qui recouvre presque la totalité de la surface interne du muscle de chaque côté. La disposition irrégulière et la quantité de ces lymphatiques sans valvules sont très remarquables ; il est possible, pourtant, que nous devions cette irrégularité en grande partie à la difficulté de mettre en évidence les lymphatiques de cette surface, ce qui fait que le plus souvent on n'obtient une préparation réussie que d'une petite portion à la fois.

Nous n'avons jamais vu chez les petits mammifères, de lymphatiques à valvules du côté péritonéal du muscle, tandis que

sur la surface opposée on voit des lymphatiques à valvules communiquer avec le réseau de lymphatiques sans valvules qui les alimentent. Là aussi nous trouvons le même principe de lymphatiques collecteurs sans valvules sur l'une des surfaces, et sur l'autre des lymphatiques efférents.

Une question très importante à résoudre est celle de savoir jusqu'à quel point les lymphatiques sans valvules appartiennent à la couche musculaire ou au tissu gélatineux de la séreuse. La plupart des lymphatiques sans valvules se trouvent entre le muscle et le tissu gélatineux, quoique en bien des cas on les voie passer derrière des fibres musculaires ou en d'autres termes dans la substance même du muscle. D'un autre côté nous avons réussi dans quelques-unes de nos préparations à séparer les fibres musculaires du tissu gélatineux péritonéal, tout en laissant intact dans le tissu gélatineux bon nombre de lymphatiques dont l'endothélium crénelé n'avait point été lésé. La meilleure preuve que ceux-ci appartiennent au système musculaire, c'est la disposition en forme de gril avec les vaisseaux principaux situés entre les fibres musculaires et dans une direction qui leur est parallèle.

Chez l'enfant nouveau-né, et il est probable que la même chose existe chez tous les grands mammifères, on peut rendre évident, au moyen de l'argent, un grand plexus de lymphatiques *à valvules* parallèles en général les uns aux autres, qui suivent une direction horizontale, et qui possèdent, de distance en distance, des ampoules considérables. Ce plexus se trouve cependant situé dans le tissu péritonéal qui peut être séparé du muscle par la dissection sans porter atteinte aux vaisseaux qui le forment, bien que ceux-ci (fig. 24) ne conservent plus alors le type de plexus en figure de gril. L'explication de ce fait se trouve peut-être dans la différente composition du péritoine chez des animaux de taille différente. Chez les animaux de petite taille, le péritoine gélatineux ne possède point de vaisseaux sanguins, mais il est alimenté par les vaisseaux des muscles contigus. Chez les grands mammifères, au contraire, la couche gélatineuse du péritoine

est abondamment pourvue de vaisseaux sanguins. Il est ainsi fort probable que, de même que pour les vaisseaux sanguins, le péritoine des petits mammifères est desservi par les lymphatiques musculaires. En appliquant le même raisonnement aux grands mammifères on pourrait dire que, puisque leur péritoine gelatineux possède des vaisseaux sanguins propres, il est probable qu'il possède également des lymphatiques propres, c'est-à-dire des lymphatiques à valvules, que l'on voit immédiatement au-dessous de l'endothélium péritonéal, et qu'au-dessous de ceux-là existe le plexus en forme de gril propre au muscle.

Si l'on prépare chez un petit mammifère, tel que le rat, la partie centrale du péritoine, là où celui-ci recouvre la surface interne des muscles droits de l'abdomen, on y découvre une disposition fort intéressante des lymphatiques. Au bord externe de ces muscles (fig. 19), là où ils font avec les fibres du muscle transverse presque un angle droit, on rencontre les branches terminales des lymphatiques intercostaux, c'est-à-dire des lymphatiques qui accompagnent l'artère intercostale avec ses deux veines satellites. Ces branches devenues superficielles traversent toute la surface interne des muscles droits pour arriver à la ligne médiane et s'y joindre à celles venant du côté opposé. Chaque groupe de vaisseaux sanguins peut être accompagné dans leur trajet à travers le muscle de deux lymphatiques ou même davantage, dont chacun peut se diviser en au moins deux grands lymphatiques à valvules.

De ces lymphatiques à valvules naissent des rameaux secondaires, dépourvus de valvules, lesquels, comme cela se fait ordinairement, courent dans une direction qui fait avec les lymphatiques principaux à valvules presque un angle droit. Ils suivent tous la règle générale de parallélisme aux fibres du muscle auxquels ils appartiennent, et ils finissent par entrer et disparaître dans la substance du muscle. Quelquefois avant de disparaître, ils forment des plexus assez considérables en forme de gril, comme cela se voit ailleurs dans la même préparation qui nous a fourni la figure 19.

Une telle préparation donne une très bonne idée du système

lymphatique d'un muscle rond, bien qu'on puisse se demander jusqu'à quel point ces lymphatiques appartiennent aux aponévroses qui enveloppent le muscle, en revenant à l'idée de Ludwig et Schweigger-Seidel, qui croyaient avoir trouvé que les lymphatiques des aponévroses étaient les seuls qui desservissent les muscles. C'est là une question sur laquelle nous allons revenir. Pour le moment nous ferons seulement observer que les lymphatiques sans valvules entrent ou disparaissent dans la substance même du muscle, et qu'ainsi ils doivent être envisagés comme les lymphatiques propres du muscle.

Vu l'analogie qui existe entre les cavités de la plèvre et du péritoine, ainsi qu'entre les séreuses qui forment leurs parois, nous nous attendions à trouver un système semblable de lymphatiques disposés en forme de gril sur la face interne des muscles intercostaux, et nous n'avons pas été médiocrement étonnés d'y trouver de grands plexus irréguliers de lymphatiques à valvules situés dans les espaces intercostaux. Sur certains points nous ne trouvions que deux ou trois de ces vaisseaux ; sur d'autres points ils s'étaient développés en formant des plexus considérables (figure 12). Ces lymphatiques à valvules suivaient la règle générale, en traversant les fibres du muscle sur lequel ils se trouvaient, et en donnant naissance à des lymphatiques sans valvules qui faisaient avec eux un angle droit. Ces lymphatiques sans valvules pénétraient généralement la substance même du muscle où on les voyait situés entre les fibres du muscle et parallèles à celles-ci.

Ce n'était point là le rapport que l'analogie nous avait fait pressentir, mais des recherches ultérieures nous ont donné l'explication de cette irrégularité apparente.

Nous avons pris, comme d'habitude, un mammifère de petite taille, mais au lieu de l'injecter en faisant une ouverture dans la paroi thoracique, nous avons laissé intacte la partie antérieure du thorax que nous avons traitée par l'argent d'après notre méthode ordinaire, et nous fûmes tout étonnés de trouver sur la surface du muscle triangulaire du sternum plusieurs

plexus considérables de lymphatiques sans valvules offrant la disposition en gril caractéristique et s'étendant presque jusqu'au bord externe du muscle (figure 13). Nous remarquions en même temps que les lymphatiques à valvules des espaces intercostaux arrivés au bord du triangulaire du sternum disparaissaient, ou plutôt qu'ils passaient au-dessous du muscle. Il était évident pour nous que le plexus en gril de lymphatiques sans valvules que nous avions trouvé sur la surface pleurale du triangulaire du sternum, se déchargeait dans les lymphatiques à valvules situés au-dessous du muscle et faisant suite aux lymphatiques intercostaux à valvules.

Le principe d'après lequel on trouve les lymphatiques collecteurs sans valvules sur une surface, et sur l'autre les lymphatiques efférents à valvules, se retrouvait ainsi dans la cavité pleurale, et nous avons acquis en même temps une preuve de plus de l'homologie qui existe entre le transverse de l'abdomen et le triangulaire du sternum, tout en démontrant que généralement, à la surface interne des intercostaux, manquait toute une couche de muscles qui n'y est représentée que par le petit muscle triangulaire du sternum.

Plus tard nous avons pu faire sur le rat (figure 13) la démonstration que les lymphatiques intercostaux à valvules se continuent directement avec les lymphatiques sans valvules situés sur le triangulaire du sternum. L'on y voit les deux systèmes se continuer l'un l'autre au bord externe — point que nous n'avons pas pu démontrer chez la souris, l'écureuil et d'autres animaux. Nous possédons actuellement plusieurs préparations qui le mettent cependant hors de doute. Nous avons trouvé, du reste, assez souvent qu'il était presque impossible de démontrer chez certaines espèces et sous des conditions et à des âges différents des dispositions qui pourtant doivent y exister. Ainsi, chez le hérisson jeune nous avons pu faire voir d'élégants plexus de lymphatiques sans valvules sur les muscles obliques interne et externe de l'abdomen (fig. 16). Que ces deux plexus n'appartiennent point à l'aponévrose, ceci résulte de ce fait que l'on en trouve des portions considérables de l'autre côté

du muscle, bien que la plus grande partie du plexus soit située d'un seul côté de la mince couche musculaire.

Nous ne devons pas omettre de faire ici remarquer un point qui mérite que l'on s'y arrête : c'est qu'on ne trouve pas de ces cellules étoilées propres aux séreuses en connexion avec les plexus que nous décrivons. Ainsi l'hypothèse que les cellules étoilées représenteraient les radicules des lymphatiques ne peut être soutenue par rapport à ces plexus, vu qu'elles n'y existent point.

Tous ces plexus de lymphatiques sans valvules vont rejoindre soit un, soit plusleurs larges lymphatiques à valvules accompagnés chacun d'une artère, et qui se continuent avec un lymphatique intercostal ou bien qui se rendent vers une grande région lymphatique que nous avons découverte et que nous allons maintenant décrire.

On voit vers le bord de la fig. 16, le plexus en gril se continuer avec un plexus serré et irrégulier de lymphatiques à valvules, ayant des dilatations énormes. C'est là le plexus que nous avons découvert.

Si l'on sépare avec soin la peau de la surface antérieure de la paroi musculaire abdominale d'une souris, en enlevant en même temps les parties lâches que l'on y découvre, et si alors on traite comme d'habitude la surface ainsi mise à nu et qui ne doit point avoir subi de lésion, par les solutions d'argent et d'or, en ayant soin de l'éclaircir avec la glycérine avant de la couper, on y verra (fig. 14) un plexus serré, pyramidal, de lymphatiques à valvules. Le sommet de la pyramide se trouve situé dans la région pubienne, tandis que la base traverse horizontalement la région ombilicale. Si l'animal n'est pas gras, condition que l'on doit éviter avec soin, on peut voir les lymphatiques de la base faire suite avec les étroits plexus de lymphatiques à valvules dans les aponevroses qui forment de chaque côté les lignes blanches et demi-circulaires. Nous avions donné d'abord à ce plexus, d'après l'apparence qu'il offrait chez la souris, le nom de plexus *suprapubien* ; plus tard, en voyant qu'il occupait chez des mammifères un peu plus grands, tels que le rat et le

hérisson, toute la partie moyenne de la paroi abdominale jusqu'à l'appendice xiphoïde, nous l'avons appelé plexus antérieur abdominal. Aujourd'hui nous nous abstenons de lui donner un nom spécifique quelconque avant qu'il n'ait été étudié chez les mammifères de grande taille.

Ce plexus est un exemple frappant d'un principe que nous avons annoncé par rapport à la peau dans un article précédent, à savoir que, contrairement aux idées généralement reçues, il y a opposition plutôt que parallélisme entre les lymphatiques et les vaisseaux sanguins. Ce plexus paraît servir de centre commun aux lymphatiques efférents de la paroi abdominale tout entière. Des muscles qui la composent, on voit émerger des lymphatiques à valvules qui vont rejoindre le plexus et verser dans son réseau de lymphatiques la lymphe qu'ils apportent de la surface péritonéale même, comme cela se voit fig. 15 et 17, provenant l'une d'une souris, l'autre d'un rat.

Le plexus dont il s'agit n'est pas situé dans les aponévroses, mais plutôt dans les tissus lâches qui leur sont superposés, car on peut souvent démontrer les aponévroses avec leurs lymphatiques propres au-dessous du plexus mais en connexion avec lui.

Si nous examinons la surface interne du muscle oblique externe on voit plusieurs lymphatiques à valvules à longs parcours émerger des muscles dorsaux, et contourner obliquement la surface externe du muscle. Ces lymphatiques correspondent quant au nombre aux vaisseaux intercostaux situés au-dessous d'eux, et ils leur sont parallèles et opposés, tout en ayant leur courant dirigé vers le grand plexus antérieur. Ces lymphatiques à valvules restent seuls pendant leur long parcours : le diamètre n'en paraît point augmenter, bien qu'ils reçoivent à des intervalles rapprochés des rameaux qui arrivent des parties sous-jacentes et qui ne se montrent qu'au moment où ils émergent pour rejoindre le lymphatique principal solitaire. La lymphe ainsi rassemblée est versée dans le plexus antérieur, et de là elle passe dans deux larges lymphatiques qui descendent, un de chaque côté, vers la région pubienne, presque sur la ligne médiane.

On ne trouve dans les mailles de ce plexus qu'un lâche tissu gélatineux où l'on aperçoit de nombreuses cellules étoilées et adipeuses avec les plexus sanguins propres aux groupes de cellules adipeuses (fig. 15 et 17). Chez un sujet bien nourri la graisse obscurcissait tellement les lymphatiques qu'on se trouva dans l'impossibilité de les démontrer au moyen de l'argent. Nous reproduisons une portion latérale de ce plexus chez le rat (fig. 15), laquelle suffira avec les fig. 14 et 17, provenant de la souris, et la fig. 16, provenant du hérisson, pour donner une idée générale de ses dimensions et de son importance. C'est surtout chez le hérisson qu'on le trouve considérable, que les sinus en sont immensément dilatés, et qu'ils montrent bien l'endothélium crénelé qui forme à lui seul les parois lymphatiques chez tous les animaux chez lesquels nous avons jusqu'ici étudié ce plexus.

On aura remarqué qu'en décrivant les lymphatiques vus par une surface séreuse, telle que la plèvre, nous avons fait observer que ceux-là devaient appartenir en grande partie au tissu sous-séreux. De même, on pourrait dire avec raison, en suivant Ludwig et Schweigger-Seidel, que les lymphatiques que l'on trouve dans l'aponévrose du muscle droit de l'abdomen appartiennent pour la plupart à celle-ci. D'un autre côté, on voit dans l'un et dans l'autre cas de nombreux rameaux lymphatiques pénétrer le muscle, et on peut les suivre entre les fibres de celui-ci. On les voit même, sur une préparation provenant du hérisson (fig. 16) et sur une autre du muscle peaucier de la belette (fig. 20), former un plexus qui se trouve tout entier à l'intérieur d'une couche musculaire très mince. Ainsi se trouve pleinement justifiée notre prétention d'avoir démontré les lymphatiques des muscles striés.

Dans les derniers temps cependant, nous avons acquis la conviction que tous ceux, et nous avons été du nombre, qui écrivent sur les lymphatiques, ou qui les envisagent comme appartenant spécialement à un tissu ou à une partie quelconque, n'ont pas saisi le plan général qui gouverne les lymphatiques. C'est un système qui s'applique à des surfaces et

non pas à des tissus particuliers. Un nerf peut avoir une terminaison spéciale dans un muscle, et en avoir une autre qui soit entièrement dissemblable à la première dans un organe des sens. De même, pour les vaisseaux sanguins, les capillaires du glomérule rénal et des plexus lobulaire hépatique et pulmonaire montrent une adaptation spéciale à la fonction de chacun de ces organes.

Mais il n'en est pas de même pour les lymphatiques. Les lymphatiques de la peau sont tout simplement les lymphatiques de la surface externe ou cutanée du corps, et ils ne sont propres à aucun tissu particulier de la peau, comme nous avons essayé de le démontrer dans un travail précédent. Affirmer le contraire, c'est méconnaître la signification du système lymphatique, qu'une étude approfondie ne peut manquer de faire ressortir. Il est regrettable que des hommes éminents, tels que Sappey, se soient laissé entraîner par des hypothèses jusqu'à figurer des lymphatiques prenant naissance sur les follicules pileux ou à les imaginer à l'intérieur des fibres musculaires.

Dans le tube intestinal également, les lymphatiques ou les vaisseaux chylifères appartiennent à une surface, et n'appartiennent ni aux glandes ni aux autres parties qui s'y trouvent, — point important, relevé avec raison par Teichmann, qui se trouvait là-dessus en opposition avec Krause et avec d'autres anatomistes.

De même, le foie et les autres organes ont leurs lymphatiques principaux vers la périphérie, et quoique les lymphatiques efférents doivent nécessairement traverser les parties profondes en route vers le centre du système, le principe n'en subsiste pas moins : à savoir que les lymphatiques collecteurs sont propres aux surfaces périphériques, que ce soit celle de la peau ou d'un muscle quelconque, ou bien la surface d'une aponévrose qui se trouve au centre d'un muscle rond.

Les apparences ou la disposition générale des lymphatiques peuvent êtres modifiées par le développement des parties voisines, comme nous l'avons démontré pour la peau, et nous sommes persuadé que partout ailleurs la même chose a lieu ;

mais nous ne croyons point à une adaptation spécifique des lymphatiques aux tissus. Pareils aux fosses creusées par le soldat à la périphérie de sa tente dès que celle-ci a été tendue, afin qu'elles reçoivent l'eau de pluie qui en découle, les lymphatiques nous apparaissent disposés périphériquement, pour servir d'écoulement à l'excès des liquides accumulés dans les régions périphériques, et c'est notre ignorance du système lymphatique seule qui explique les origines mystérieuses qu'on lui a souvent prêtées.

EXPLICATION DES PLANCHES XLIV et XLV.

Fig. 1. — Lymphatiques efférents à valvules et lymphatiques collecteurs sans valvules de la surface inférieure de la partie musculaire du pilier droit du diaphragme d'un chat nouveau-né, vus par un heureux hasard sur la même surface. Les ampoules valvulaires *b,b* sont encore extrêmement rapprochées les unes des autres, et elles donnent naissance aux lymphatiques sans valvules à long parcours *c,c*, qui sont parallèles aux fibres musculaires, mais qui forment avec le lymphatique à valvules *a* un angle droit. Des rameaux transversaux encore peu nombreux *d,d*, relient entre eux les lymphatiques longitudinaux *c,c*. $\frac{1}{14}$.

Fig. 2. — Plexus à disposition fort ordinaire de lymphatiques sans valvules, provenant de la surface inférieure du côté gauche du diaphragme d'un chat nouveau-né. Les lymphatiques efférents à valvules venant d'en haut, rejoignent ce plexus après avoir percé la couche musculaire; on ne les trouve donc jamais sur la surface inférieure. Les lymphatiques longitudinaux *c,c*, et les rameaux transversaux qui les relient les uns aux autres *d,d*, sont encore fort étroits ; mais, à mesure que l'animal se développe, ces deux catégories de vaisseaux s'élargissent, se rejoignent et finissent par oblitérer les îlots *e,e*, comme cela se voit fig. 5 et 7.

Même grossissement que fig. 1.

Fig. 3. — Lymphatiques efférents à valvules de la surface supérieure du diaphragme d'un chat nouveau-né. On ne trouve jamais sur cette surface, de lymphatiques collecteurs sans valvules, lesquels se trouvent toujours situés sur la surface opposée et se déchargent à travers le muscle, dans les lymphatiques à valvules de la surface supérieure.

Même grossissement que fig. 1 et 2.

Fig. 4. — Plexus de lymphatiques collecteurs sans valvules de la surface inférieure du lobe musculaire postérieur droit du diaphragme d'un rat adulte ; en *a,a*, les îlots de tissu ont été envahis

et oblitérés de façon à former un grand réservoir ou un *lagoòn;* en *b,b,* on voit d'autres petits îlots en train de disparaître. $\frac{1}{15}$.

Fig. 5. — Plexus de lymphatiques efférents à valvules de la surface supérieure du lobe musculaire postérieur droit du diaphragme d'un rat adulte; *b,* lobe droit du centre aponévrotique. $\frac{1}{10}$.

Fig. 6. — Plexus de lymphatiques collecteurs sans valvules de la surface inférieure du muscle phrénique chez un petit enfant. $\frac{1}{15}$.

Fig. 7. — Ensemble des lymphatiques sans valvules de la surface inférieure du lobe musculaire postérieur droit d'une souris adulte. Cette figure sert à montrer les relations qu'ils ont d'un côté avec les extrémités des côtes *a,a,* et de l'autre côté avec le lobe tendineux *b,b*; en *c,c,* on voit l'artère phrénique, et en *d,d,* les bouts coupés des artères intercostales. $\frac{1}{15}$.

Fig. 8. — Mêmes lymphatiques appartenant à une autre souris. On verra, en comparant cette figure avec la fig. 7, qu'il n'existe point de rapport constant entre le nombre et la disposition de ces lymphatiques chez différents individus de la même espèce. Sur cette figure, nous n'avons dessiné que les veines phréniques *a,a.*

Même grossissement que fig. 7.

Fig. 9. — Plexus de lymphatiques efférents à valvules, de la surface supérieure du lobe musculaire postérieur droit du diaphragme d'une souris. On y voit, sous le même grossissement que fig. 7 et 8, une portion égale de la surface opposée du diaphragme, et on peut y suivre le nombre et la disposition des lymphatiques à valvules et les comparer avec les lymphatiques sans valvules. $\frac{1}{120}$.

Fig. 10. — Plexus de lymphatiques sans valvules, de la surface inférieure de la partie musculaire du diaphragme d'un écureuil, près du centre, du côté droit, *a,a,* partie du plexus entrevue dans la substance du muscle; *b,b,* artère; *c,c,* veines. $\frac{1}{10}$. — Nota. On trouve uniquement sur le muscle phrénique et on ne retrouve sur aucun autre muscle plat, quel qu'il soit, la disposition des lymphatiques collecteurs en réservoirs ou en *lagoons,* comme cela se voit sur les fig. 4, 6, 7 et 8.

Fig. 11. — Plexus de lymphatiques collecteurs sans valvules de la surface pleurale du muscle triangulaire du sternum d'une souris. *a,* portion d'endothélium crénelé de lymphatique; *b,* portion d'endothélium pleural; *c,* vaisseau sanguin mammaire. La connexion de ces lymphatiques avec les lymphatiques efférents a presque toujours lieu sur la surface opposée du muscle. $\frac{1}{15}$.

Fig. 12. — Lymphatiques efférents à valvules, situés sur la surface pleurale des muscles intercostaux d'une souris, lesquels passent au-dessous du muscle triangulaire du sternum, et établissent ainsi une connexion avec les lymphatiques sans valvules vus fig. 11. *a,a,* côte; *b,b,* nerf intercostal; *e,* endothélium lymphatique; *f,f,* vaisseaux sanguins intercostaux. $\frac{1}{85}$.

Fig. 13. — Exemple rare des mêmes lymphatiques que ceux des fig. 13 et 14, provenant d'un rat, et où l'on voit les lymphatiques intercostaux à valvules *a,a* se continuer au bord du triangulaire du sternum, avec les lymphatiques collecteurs sans valvules *b,b* sur la surface pleurale du muscle. $\frac{1}{10}$.

Fig. 14. — Partie inférieure du plexus serré de lymphatiques à valvules situé entre les lignes demi-circulaires de la surface antérieure de la paroi musculaire de l'abdomen d'une souris. Il reçoit des rameaux de tous les muscles voisins, et il se termine par deux grands troncs lymphatiques qui descendent, de chaque côté de la ligne médiane, vers la région pubienne. Nous avons trouvé ce plexus plus ou moins développé chez tous les animaux que nous avons examinés. Voyez fig. 16 pour le hérisson, fig. 15 pour le rat, et fig. 17 pour une autre souris, sous un fort grossissement. $\frac{1}{10}$.

Fig. 15. — Portion du même plexus chez le rat, sous un fort grossissement. Entre les mailles du plexus les cellules étoilées se sont métamorphosées en cellules adipeuses. On peut y voir la distribution des vaisseaux sanguins dans les groupes de cellules adipeuses, ainsi que leur peu de rapport avec les lymphatiques. $\frac{1}{10}$.

Fig. 16. — Plexus de lymphatiques sans valvules situé sur la surface externe du muscle oblique externe de l'abdomen d'un hérisson. A la partie inférieure du bord antérieur du muscle, ce plexus envoie de nombreuses anastomoses au plexus serré de lymphatiques à valvules *a,a*, situé entre les lignes demi-circulaires, tandis qu'il se continue du côté externe avec de grands lymphatiques à valvules *b,b*. $\frac{1}{10}$.

Fig. 17. — Bord du grand plexus antérieur de lymphatiques (comme fig. 14) d'une souris fort maigre, vu sous un fort grossissement. Bien que des cellules étoilées se trouvent en grand nombre près du centre du plexus, on n'en voit point près des rameaux lymphatiques *a,a*, qui émergent des muscles. $\frac{1}{100}$.

Fig. 18. — Petite portion des lymphatiques de la partie musculaire du diaphragme d'une souris, vue sous un fort grossissement. On peut y comparer le nombre et les dimensions des réservoirs lymphatiques *a,a* de la surface inférieure, avec ceux des lymphatiques efférents *b,b* de la surface supérieure, vus à travers le muscle. La différence de dimensions et de forme entre les cellules endothéliales de la séreuse, qui recouvrent les réservoirs, et celles qui recouvrent le muscle adjacent *c*, y est également fort bien montrée. — Dans l'intérêt de la clarté, nous avons laissé de côté les cellules étoilées sous-péritonéales. On voit en *d* des cellules endothéliales crénelées tapissant le réservoir. $\frac{1}{100}$.

Fig. 19. — Terminaisons des lymphatiques à valvules qui accompagnent une artère intercostale et ses deux veines satellites dans leur trajet à travers la surface interne du muscle droit de l'abdomen

d'un rat. On y voit le mode suivant lequel les rameaux lymphatiques pénètrent dans l'intérieur du muscle. *a*, artère; *b,b*, lymphatiques; *c,c*, veines; *d*, bord interne du muscle transverse de l'abdomen. $\frac{1}{16}$.

Fig. 20. — Plexus de lymphatiques en forme de gril, dont la plus grande partie est située sur la surface interne du muscle peaucier de la belette. On ne trouve point de cellules étoilées près des lymphatiques, quoiqu'on en trouve en très grand nombre sur la grande veine *a* qui y est figurée. $\frac{1}{120}$.

Fig. 21. — Plexus de lymphatiques sans valvules situé sur la surface péritonéale du muscle transverse de l'abdomen d'une souris pleine. Ce plexus se décharge dans des lymphatiques à valvules appartenant à la surface opposée du muscle. On voit, fig. 22, sous un fort grossissement, une partie du même plexus. $\frac{1}{20}$.

Fig. 22. — Petite portion des lymphatiques sans valvules, vus, fig. 21, sous un grossissement très fort. On voit très bien les relations des lymphatiques avec les cellules étoilées du tissu sous-péritonéal, ainsi qu'avec l'endothélium péritonéal et lymphatique. $\frac{1}{400}$.

Fig. 23. — Plexus fort serré de lymphatiques sans valvules sur la surface interne du muscle transverse de l'abdomen d'une souris mâle. Des plexus aussi serrés que celui-ci sont extrêmement rares. Il ne se trouve point de lymphatiques à valvules sur la même surface. $\frac{1}{16}$.

Fig. 24. — Plexus de lymphatiques avec et sans valvules trouvé dans le péritoine d'un enfant nouveau-né, séparé par la dissection du muscle sous-jacent. On voit, d'après sa forme, que ce plexus n'appartient point au muscle, mais que c'est bien le plexus propre de la séreuse. $\frac{1}{16}$.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

G. Bufalini. — *Sulla struttura del midollo spinale nel feto*, in *Lo Sperimentale*, settembre 1878.

Dans une note antérieure, Bufalini a montré que le système ganglionnaire de la moelle du fœtus se développe avant celui de l'écorce cérébrale. Les recherches qui font l'objet de la présente note ont porté sur le porc, le mouton et le veau à divers stades de la vie intra-utérine.

Pour déterminer l'âge des embryons qu'il a étudiés, Bufalini n'a point pris pour mesure la longueur de l'animal entier, comme le font d'ordinaire les embryologistes, mais a pris pour points de repère les dimensions des diamètres du renflement lombaire chez des embryons préalablement durcis dans le liquide de Müller.

Observation I. — Moelle de veau a trois mois et demi de développement. — Renflement lombaire. { Diamètre antéro-postérieur . . $0^m,0035$. Diamètre transverse. . . . . $0^m,0043$.

A cette époque, la moelle présente à l'état de complète formation : 1° les deux sillons longitudinaux antérieur et postérieur; 2° les cornes antérieures de la substance grise; 3° les cornes postérieures ont encore une forme quelque peu confuse et indécise, et se laissent difficilement délimiter; 4° le canal de l'épendyme; 5° les cordons blancs antérieurs, latéraux et postérieurs, mais les antérieurs sont les plus distincts; 6° les commissures sont encore imparfaites; la commissure grise antérieure semble seule complète.

Le stroma interstitiel des cordons de substance blanche est formé de petites cellules connectives, à peu près semblables à celles que Golgi a décrites chez l'adulte : cellules offrant un corps irrégulier ou étoilé, d'où partent en tous sens un grand nombre de prolongements longs et très grêles, qui s'anastomosent de cellule à cellule.

Les fibres nerveuses sont déjà pour la plupart entourées d'une gaîne de myéline.

Dans la substance grise, on n'observe pas de cellules nerveuses complètes, « mais seulement un grand nombre de noyaux embryoplastiques déjà granuleux, qui sont assurément destinés à devenir des cellules nerveuses ganglionnaires. » Parmi ces noyaux se trouvent deux ou trois cellules munies de nombreux prolongements, précisément dans le point où doivent apparaître les premières cellules ganglionnaires.

L'épendyme est tapissé d'épithélium. La substance gélatineuse de Stilling n'a pas encore l'aspect qu'elle présente chez l'adulte : sa place est occupée

par des cellules connectives de deux sortes : les unes dirigées suivant l'axe de la moelle ; les autres, au contraire, par leurs prolongements, forment une « haie » autour du canal central.

Observation II. — Moelle de veau au quatrième mois environ. — Le diamètre antéro-postérieur du renflement lombaire est de $0^m,0045$.

Dans une même coupe, on trouve seulement trois ou quatre cellules nerveuses dans les cornes antérieures, deux dans les cornes postérieures. Les cellules des cornes antérieures sont plus grandes que celles des cornes postérieures, sont de figure plus irrégulière et munies d'un nombre plus considérable de prolongements. Ces prolongements ne se subdivisent pas.

L'écorce cérébrale du même fœtus ne renferme pas encore de cellules nerveuses, mais est constituée par un nombre immense de cellules embryoplastiques assez rondes, granuleuses, contenant un gros noyau arrondi.

Observation III. — Moelle d'agneau a deux mois et demi environ. —

Renflement lombaire	Diamètre antéro-postérieur	$0^m,0033$.
	Diamètre transverse	$0^m,0050$.

Sont définitivement formés : 1° les deux sillons médians ; 2° les colonnes grises, antérieure et postérieure, et les cordons blancs ; 3° les commissures (imparfaitement) et le canal central.

La substance grise est constituée par de nombreuses cellules embryoplastiques, dont un grand nombre sont plus grandes, à peine granuleuses, munies de noyaux de forme ovoïde allongée. Trois ou quatre cellules groupées dans les cornes antérieures présentent les caractères des cellules ganglionnaires adultes. Un stroma fibrillaire très grêle constitue le tissu interstitiel de la substance grise.

Le canal central et son entourage offrent l'aspect déjà décrit dans l'observation I.

Observation IV. — Moelle de porc d'environ trois semaines. — Renflement lombaire.

	Diamètre antéro-postérieur	$0^m,0017$.
	Diamètre transverse	$0^m,0020$.

Colonnes grises bien délimitées, surtout la postérieure. On y observe un stroma très délicat dont les mailles renferment des noyaux embryoplastiques, de forme diverse : on y trouve pourtant deux ou trois cellules ramifiées, de nature nerveuse.

Le stroma des cordons blancs est formé de petites cellules connectives munies de fins et courts prolongements anastomosés dans tous les sens et enveloppant les capillaires sanguins.

Observation V. — Moelle de porc a la cinquième semaine environ. —

Renflement lombaire.	Diamètre antéro-postérieur	$0^m,0023$.
	Diamètre transverse	$0^m,0030$.

Sont complétement développés : 1° les cordons de substance blanche ; 2° les colonnes grises, nettement différenciées en cornes antérieures et cornes postérieures ; 3° le canal médullaire ; 4° les sillons et les commissures (imparfaitement).

Le stroma de la substance blanche est identique à celui de l'adulte.

La substance grise renferme de nombreuses cellules ganglionnaires, mais plus nombreuses dans les cornes antérieures que dans les postérieures. Les cellules motrices présentent chacune un prolongement de Deiters ; elles sont grandes et de forme irrégulière. Les cellules ganglionnaires postérieures sont plus petites, moins irrégulières, presque fusiformes, et laissent voir difficilement leur prolongement de Deiters.

De l'exposé qui précède, il ressort qu'à la fin du premier tiers de la vie intra-utérine :

«1° L'écorce de la moelle est déjà constituée par un stroma connectif dense, stroma de soutènement ; 2° les cordons blancs ont un stroma connectif interstitiel à peu près semblable à celui des cordons de la moelle adulte ; 3° les fibres nerveuses sont souvent bien visibles : elles sont retenues entre les mailles de ce stroma conjontif ; 4° les colonnes grises renferment déjà des éléments ganglionnaires moteurs (antérieurs) formés en grande partie ; ces éléments, tant par leur forme que par leur structure, sont semblables à ceux de la moelle adulte, et sont enveloppés d'un stroma embryonnaire très délicat ; 5° le canal médullaire présente enfin son épithélium et le stroma de soutènement caractéristique. » R. Blanchard.

C. Sachs. — *Observations et recherches sur le Gymnote de l'Amérique du Sud* (1).

Nous donnons ici l'analyse d'une série de lettres adressées par Sachs à M. E. du Bois-Reymond pendant un voyage d'études qu'il fit dans l'Amérique du Sud, aux frais de l'Académie des sciences de Berlin, dans le but unique d'étudier les poissons électriques. Ces lettres, écrites au jour le jour, renferment le récit des impressions de voyage tout aussi bien que l'exposé des observations scientifiques de l'auteur : il est donc, au premier abord, fort difficile de s'y reconnaître. C'est cette difficulté même qui nous a engagé à présenter en un court résumé toutes les observations purement anatomiques qui sont disséminées dans toutes les parties de cette correspondance.

En commençant, relevons une erreur. Sachs dit que, sur une coupe transversale de la moelle épinière du Gymnote, on voit « de 50 à 70 belles cellules ganglionnaires, situées au milieu même de l'organe, concentrées autour du canal central, et enlacées d'un riche et magnifique réseau vasculaire. » On trouve bien réellement une soixantaine de cellules ganglionnaires sur une coupe transversale de la moelle du Gymnote ; mais ces cellules, loin d'être également réparties tout autour du canal central, sont au contraire assez exactement limitées à la partie moyenne et postérieure, ainsi que nous avons pu nous en assurer sur les belles préparations de M. le professeur Jobert, de Dijon. On ne saurait cependant décrire, comme chez les Vertébrés

(1) *Beobachtungen und Versuche am südamerikanischen Zitteraale*, in *Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung*, 1877. 1er *Heft*, p. 66-96.

supérieurs, deux cornes postérieures, nettement séparées l'une de l'autre sur la ligne médiane antéro-postérieure, mais les cellules empiètent sur cette ligne médiane et forment par leur réunion une masse unique, de la périphérie de laquelle on voit nettement partir les racines postérieures.

La face antérieure de la lame électrique est couverte de papilles constituées par une substance homogène qui renferme des cellules granuleuses et munies de nombreux prolongements ramifiés. A cette couche papillaire fait suite, d'avant en arrière, une couche mince et consistante, dans laquelle on ne reconnaît aucune structure. Puis vient une couche celluleuse ou lame nerveuse qui présente à sa face postérieure deux sortes de prolongements : les papilles postérieures et les « *prolungamenti spiniformi* » de Pacini. Les papilles postérieures sont des organes dans lesquels pénètrent les fibres nerveuses terminales : celles-ci, fort nombreuses, mesurent environ 1 μ de diamètre, et ont perdu leur gaîne de myéline peu avant leur terminaison. Les « *prolungamenti spiniformi* » ne sont que des organes de soutien. Cette dernière couche, dans laquelle se terminent les nerfs, présente à l'état frais un ton gris homogène. Les fibres nerveuses serpentent à sa surface comme elles le font à la surface de la lame de la Torpille. La lame électrique tout entière du Gymnote est monoréfringente.

Sur une coupe transversale de l'animal entier, faite dans la moitié antérieure du corps, on voit supérieurement de huit à dix paquets musculaires ; plus bas, les deux grands organes électriques ; plus bas encore, les deux petits organes électriques. Sur une coupe pratiquée plus en arrière, on distingue, à la partie externe du bord supérieur du gros organe, une substance qui tranche par sa coloration orangé sombre sur la coloration opaline du gros organe ; elle se distingue surtout de celui-ci par sa plus grande transparence et est en connexion intime avec lui. Ce serait là un nouvel organe électrique ; mais nous pensons, avec M. le professeur Jobert, qu'il faut le considérer comme un simple dédoublement en avant du gros organe, avec lequel il se confond en arrière. Pour faciliter la description, nous conserverons cependant le nom de *nouvel organe*, donné par Sachs à ce dédoublement du gros organe électrique.

En faisant une coupe longitudinale à travers le gros et le nouvel organe, on constate aussitôt que ce dernier se décompose en casiers qui, dans la partie supérieure, ont jusqu'à deux millimètres d'épaisseur, mais qui vont en diminuant à mesure qu'ils sont plus proches du gros organe, de manière à ne plus mesurer finalement qu'un millimètre et même moins ; le gros organe n'accuse extérieurement, au contraire, sa composition lamellaire que par une fine striation transversale.

L'examen histologique démontre que les casiers dont se compose le nouvel organe sont constitués par une forte couche de tissu muqueux à cellules étoilées, que traversent de gros vaisseaux sanguins, et à laquelle fait suite une lame électrique munie le plus souvent de papilles très-développées ; cette lame présente de nombreux nerfs à sa face postérieure.

On voit, avons-nous dit, les casiers du nouvel organe se rapetisser à mesure qu'on se rapproche du gros organe ; les casiers de celui-ci grossissent, au con-

traire, à mesure qu'on se rapproche du nouvel organe : il y a donc une sorte de transition de l'un à l'autre de ces organes. Dans cette région de transition on remarque, précisément sur la lame électrique, deux faits importants : à savoir, une striation transversale de l'axe de la papille et de la biréfringence ; ce dernier caractère est toutefois fort peu marqué, et ne saurait en aucune façon être comparé, pour l'intensité, à la biréfringence de la fibre musculaire. (Voy. dans ce recueil, année 1865, p. 517)

R. Blanchard.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME QUINZIÈME

ANATOMIE HUMAINE ET ZOOLOGIQUE

Nouveaux détails sur l'anatomie et la physiologie de l'articulation du genou, par M. Terrillon. 35
Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens (6e article), par M. Mathias Duval. 264
Anatomie du système nerveux, par MM. Key et Retzius (Analyse par M. Blanchard). 515
Étude sur les lymphatiques de la peau, par M. et Mme Hoggan. 50
Étude sur les lymphatiques des muscles striés, par M. et Mme Hoggan. . . . 584
Recherches sur les lymphatiques de la couche sous-séreuse de l'utérus, par M. V. Mierzejewski. 201
Des cellules insterstitielles du testicule, par M. F. Tourneux. 305
Constitution de la glande sous-maxillaire par M. I. Bermann (Analyse). . . 197
Évolution et structure des noyaux des éléments du sang chez le triton, par M. G. Pouchet. 9
Sur le thymus, les corps concentriques du thymus et la glande du sommeil hibernal, par M. Afanassiew et Mme A. Dahms (Analyses.). 93
Sur les ligaments spéciaux de la moelle épinière des serpents, par MM. F. Jolyet, et Blanchard. 528
Orbservations sur le Gymnote, par C. Sachs (Analyse). 5.8
Les acariens parasites du tissu cellulaire et des réservoirs aériens chez les oiseaux, par M. Mégnin 123
Les *orthonectida*, classe nouvelle du phylum des *vermes*, par M. A. Giard. . . 449
Mémoire sur la structure et la reproduction de quelques infusoires tentaculés, suceurs et flagellés, par M. Ch. Robin. 529
Remarques sur les fermentations bactériennes, par M. Ch. Robin. 465

PHYSIOLOGIE-EMBRYOGÉNIE

Contribution à l'étude du rouge rétinien, par M. H. Beauregard. 161
Sur l'utricule prostatique et le canal de Müller chez l'homme, par M. Ch. Remy. 175

De l'absorption des matières colorantes par les radicelles des plantes, par MM. Max Cornu et E. Mer (Analyse). 91
Les résultats des recherches récentes dans le domaine de l'électricité animale, par M. L. Hermann (traduit par M. Blanchard). 70
L'électricité animale, *Lettre* de M. Tschiriew. 189
— — *Réponse* de M. Hermann. 304
Travaux du laboratoire de M. Marey, 3e année, 1877 (Analyse).. 194
Sur la moelle épinière du fœtus, par L. Bufalini (Analyse par M. Blanchard). . 612
Contribution à l'étude du développement des dents. Deuxième mémoire : Morphologie du follicule dentaire chez les mammifères, par MM. Ch. Legros et E. Magitot. 248
Recherches sur les phénomènes qui précèdent la segmentation de l'œuf chez l'Hélice, par M. Pérez. 329
Embryogénie de l'*Asteriscus verruculatus*, par M. J. Barrois. 1
Nouvelles observations sur le développement et les métamorphoses des ténias des mammifères, par M. P. Mégnin. 225

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Note sur l'anatomie pathologique de l'acné, par M. Cornil. 294
Nouvelles observations histologiques sur l'état des cellules du rein dans l'albuminurie, due à la néphrite parenchymateuse et à la néphrite interstitielle, par M. V. Cornil. 402
Recherches sur le diagnostice du siège des anévrismes de l'aorte, par M. François Franck. 97
Sur une truite mopse, par M. G. Carlet. 154

TECHNIQUE

Technique de l'emploi du collodion humide pour la pratique des coupes microscopiques, par M. Mathias Duval. 185
MONUMENT A C. E. BAER.. 200

TABLE DES AUTEURS

AFANASSIEW. Étude sur le thymus et la glande du sommeil hibernal (Analyse). 93
BARROIS (J.). Embryogénie de l'*Asteriscus verruculatus*. 1
BEAUREGARD (H.). Contribution à l'étude du rouge rétinien. 161
BERMANN (Isidor). Sur la constitution de la glande sous-maxillaire par l'association de plusieurs variétés d'éléments glandulaires et sur les changements de structure inhérents au fonctionnement de cet organe (Analyse). 197
BLANCHARD et JOLYET. Sur des ligaments spéciaux à la moelle épinière des serpents.. 528
BUFALINI. Sur la moelle épinière du fœtus (Analyse). 612
CARLET (G.) Sur une truite mopse. 155
CORNIL. Nouvelles observations histologiques sur l'état des cellules du rein dans l'albuminurie. 402

CORNIL. Note sur l'anatomie pathologique de l'acné. 294
CORNU (Max) et MER (E.). De l'absorption des matières colorantes par les radicelles des plantes (Analyse). 91
DAHMS (Mme A.). Étude sur le thymus (Analyse). 95
DUVAL (Mathias). Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens. 492
DUVAL (Mathias). Technique de l'emploi du collodion humide pour la pratique des coupes microscopiques. 185
FRANCK (François). Recherches sur le diagnostic du siège des anévrismes de l'aorte. 97
GIARD (A.). Les *Orthonectida*, classe nouvelle du phylum des *vermes*. . . . 449
HOGGAN (G. et E.). Étude sur les lympathiques de la peau. 50
HOGGAN (G. et E.). Étude sur les lymphatiques des muscles striés. 585
HERMANN (L.). Les résultats des recherches récentes dans le domaine de l'électricité animale (Analyse); lettre. 70, 304
JOLYET, voy. BLANCHARD.
KEY et RETZIUS. Études sur l'anatomie du système nerveux et du tissu conjonctif (Analyse). 515
LEGROS (Ch.) et MAGITOT (E.). Morphologie du follicule dentaire chez les mammifères. 248
MAREY (Travaux du laboratoire de M.). 194
MER, voy. CORNU.
MÉGNIN (P). Nouvelles observations sur le développement et les métamorphoses des ténias des mammifères. 225
MÉGNIN (P.). Les acariens parasites du tissu cellulaire et des réservoirs aériens chez les oiseaux. 133
MIERZEJEWSKI. Recherches sur les lymphatiques de la couche sous-séreuse de l'utérus. 201
PÉREZ. Recherches sur les phénomènes de la segmentation de l'œuf chez l'Hélice. 329
POUCHET (G.) Évolution et structure des noyaux des éléments du sang chez le Triton. 9
REMY (Ch.) Sur l'utricule prostatique et le canal de Müller chez l'homme. . . 175
RETZIUS, voy. KEY.
ROBIN (Ch.). Remarques sur les fermentations bactériennes. 465
ROBIN (Ch.). Mémoire sur la structure de quelques infusoires tentaculés, suçeurs et flagellés. 529
SACHS. Observations sur le gymnote d'Amérique. 614
TERRILLON. Nouveaux détails sur l'anatomie et la physiologie du genou. . . 35
TOURNEUX (F.). Des cellules interstitielles du testicule. 306
TSCHIRIEW. Lettre sur l'électricité animale. 189

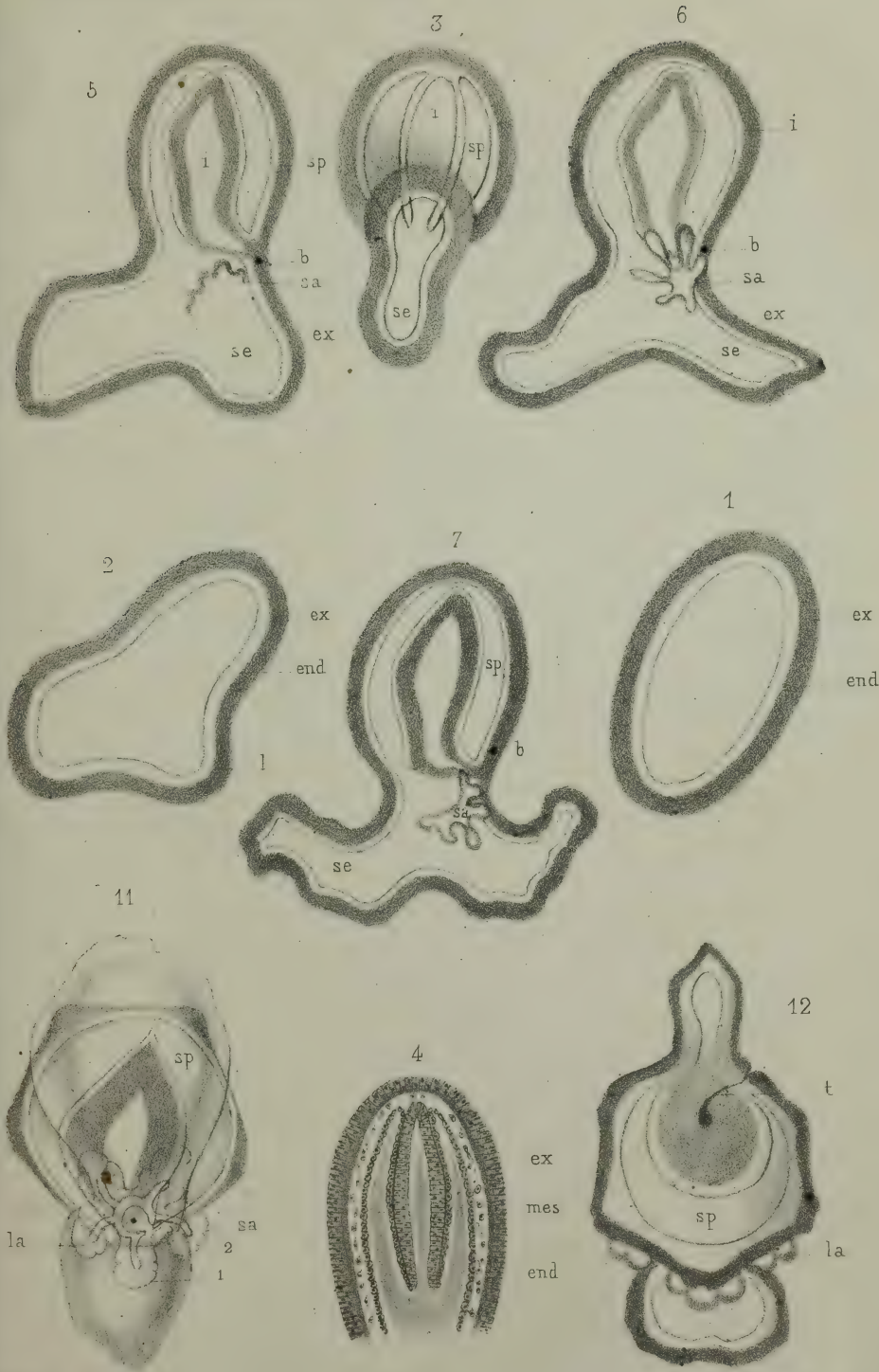
Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

TABLE DES PLANCHES

Planches I et II.	*Asteriscus verruculatus* (Barrois).
Planche III.	Noyau des éléments du sang, *Triton cristatus* (Pouchet).
Planche IV.	Rainures sur la surface cartilagineuse de l'extrémité inférieure du fémur (Terrillon).
Planches V et VI.	Développement des lymphatiques de la peau (G. et E. Hoggan).
Planche VII.	*Sarcoptes cysticola*, Vizioli (P. Mégnin).
Planche VIII.	*Cytoleichus sarcoptoïdes*, Nob. (P. Mégnin).
Planche IX.	Pourpre rétinienne des oiseaux (Beauregard).
Planches X et XI.	Persistance du canal de Müller (Remy).
Planche XII.	Lymphatiques de la couche sous-séreuse de l'utérus (Mierzejewski).
Planche XIII.	Développement du *tænia perfoliata* dans les intestins du cheval (P. Mégnin).
Planche XIV.	*Tænia perfoliata* (Gaze), *tænia echinococus* (van Beneden) (P. Mégnin).
Planche XV.	*Cysticercus pisiformis* prenant la forme strobilaire dans la cavité péritonéale du lapin (P. Mégnin).
Planche XVI.	*Tænia pectinata* du lapin et *tænia serrata* du chien (P. Mégnin).
Planches XVII à XXII. . . .	Follicule dentaire chez les mammifères.
Planches XXIII et XXIV. . .	Anatomie de l'acné (Cornil).
Planche XXV.	Cellules interstitielles du testicule, mammifères (Tourneux).
Planche XXVI.	Ovaire et testicule embryonnaires du cheval (Tourneux).
Planches XXVII et XXVIII. .	Segmentation de l'œuf chez l'Hélice (Pérez).
Planche XXIX.	Maladie de Bright aiguë (Cornil).
Planche XXX.	Maladie de Bright aiguë. Albuminurie scarlatineuse. Maladie de Bright chronique (Cornil).
Planche XXXI.	Maladie de Bright chez un goutteux. Épithélium rénal normal du cobaye (Cornil).
Planche XXXI.	Rein normal du cochon d'Inde. Néphrite parenchymateuse. Néphrite interstitielle (Cornil).
Planche XXXII.	*Rhopalura ophiocomæ* (A. Giard).
Planche XXXIII.	*Intoshia gigas* (A. Giard).
Planche XXXIV.	*Orthonectida* (A. Giard).
Planches XXXVII et XXXVIII.	Nerfs crâniens (Math. Duval).
Planches XXXIX à XLIII . .	Structure de quelques infusoires tentaculés, suceurs et flagellés. (Ch. Robin).
Planches XLIV et XLV. . .	Lymphatiques des muscles striés (A. et E. Hoggan).

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME QUINZIÈME.

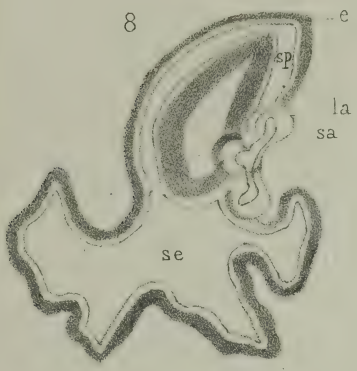
Saint-Denis. — Imp. Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

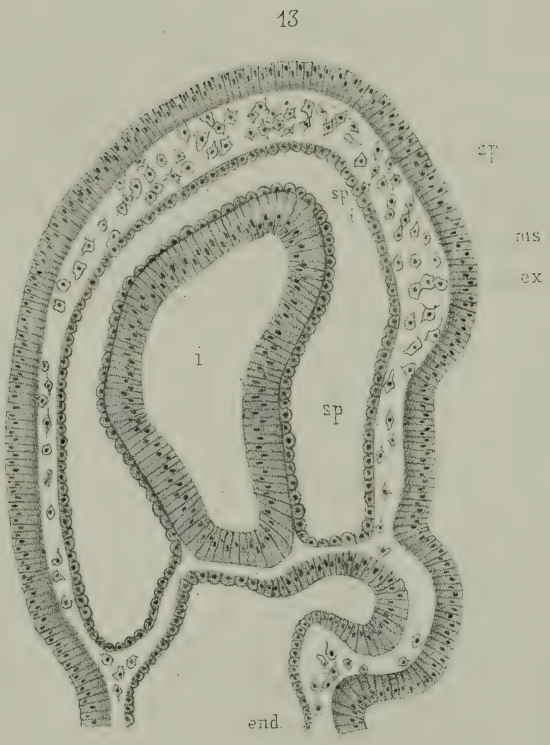


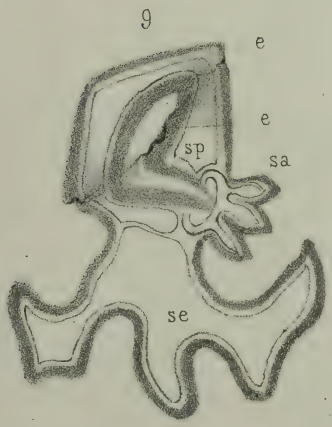
J. Barrois ad nat. del. *Imp. Becquet.* *G. Mercier lith.*

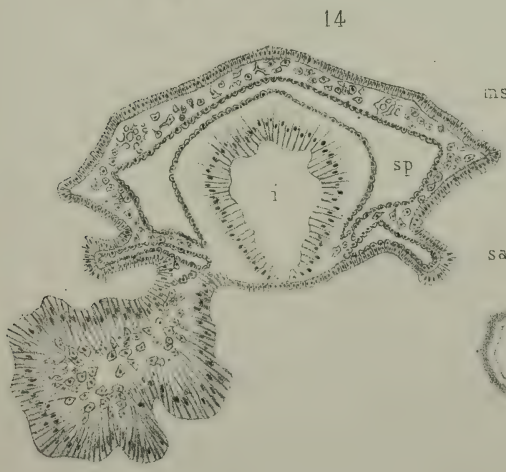
Asteriscus.

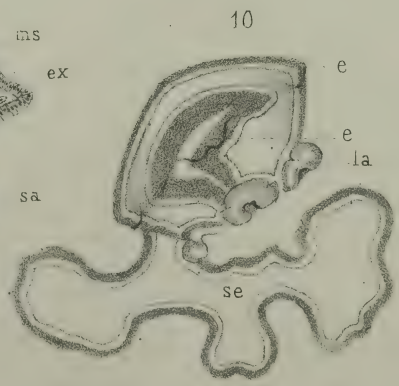
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.







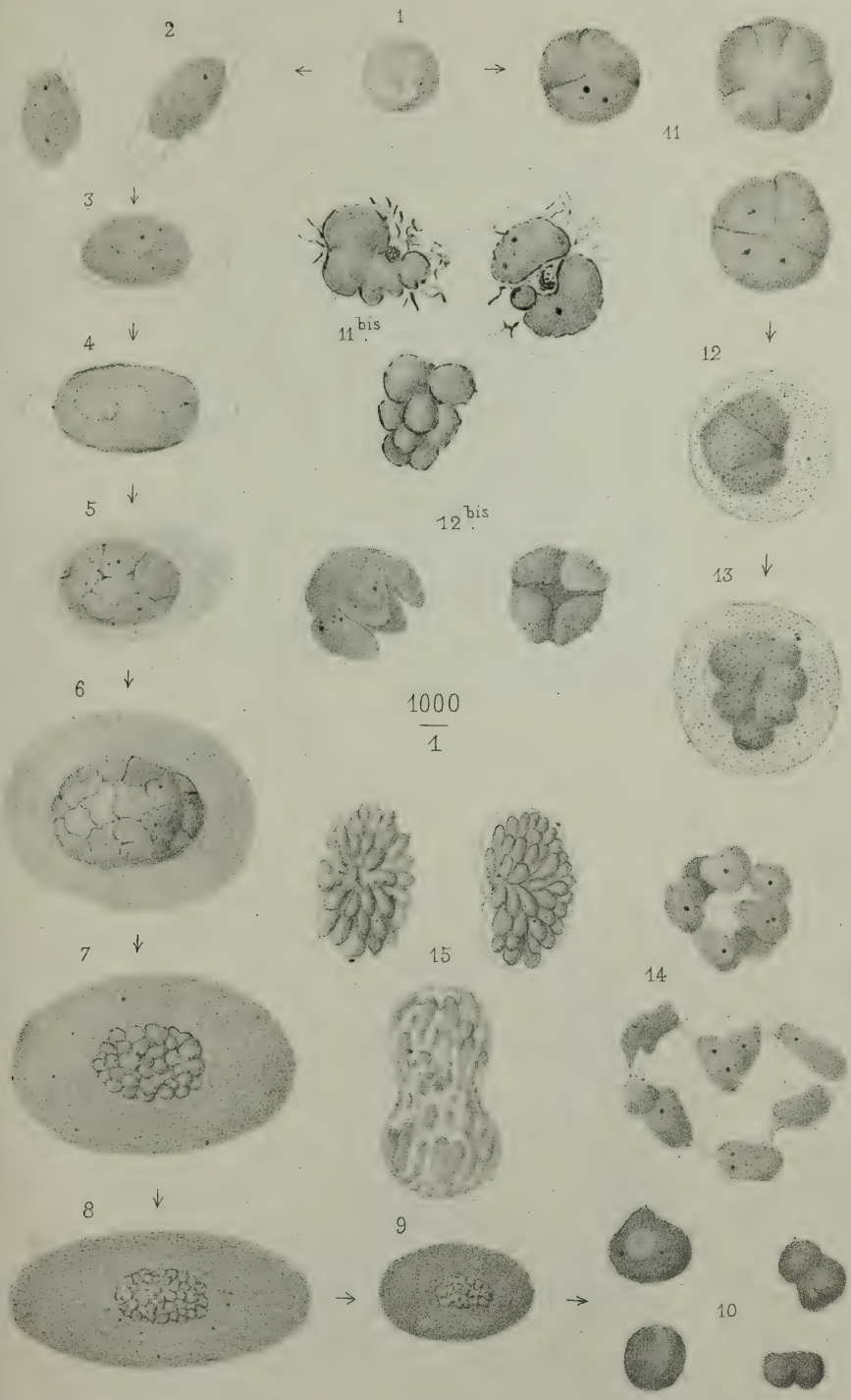




J. Barrois ad nat. del. *Imp. Becquet.* *G. Mercier lith.*

Asteriscus.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Pouchet ad nat. del. *Imp. Becquet.* *G. Mercier lith.*

Noyaux des éléments du sang (Triton cristatus.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

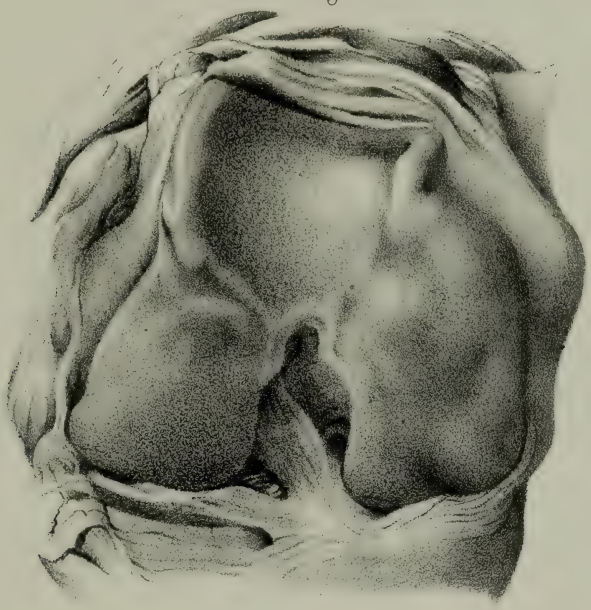
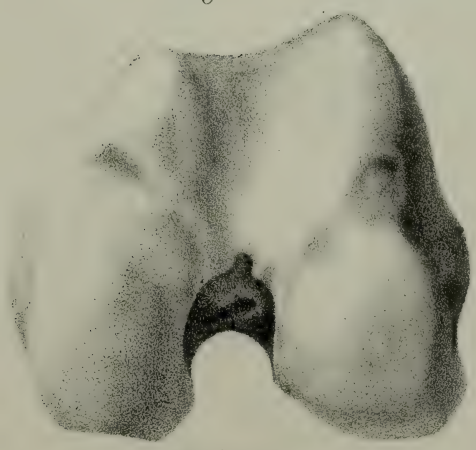


Fig. 2.



Leuba del. *Imp. Berger-Levrault* *G. Mercier lith.*

Rainures sur la surface cartilagineuse de l'extrémité inférieure du fémur.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

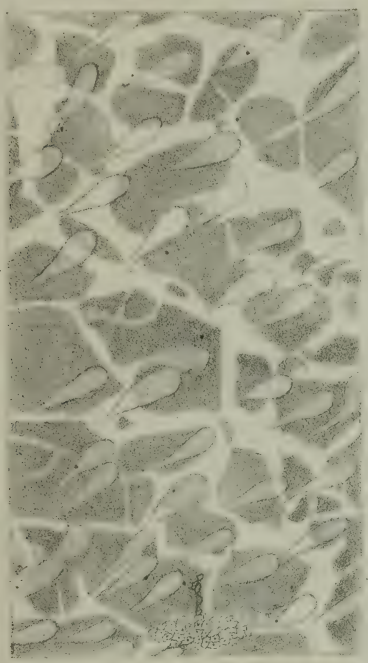


Fig. 2.

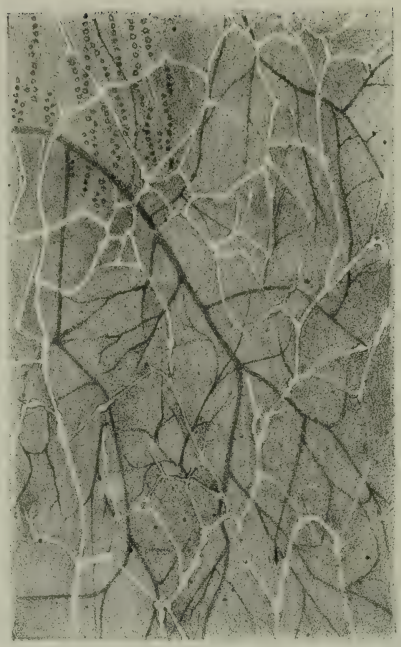


Fig. 3.

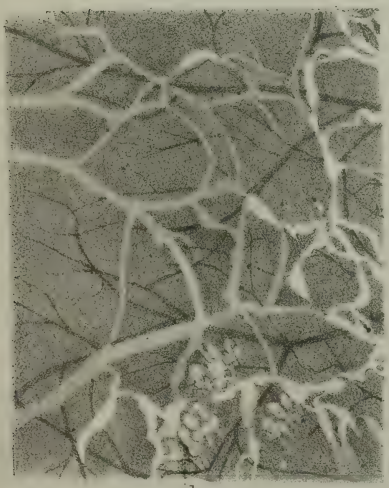


Fig. 4.

G. et F.E. Hoggan del. *Imp. Becquet.* *G. Mercier lith.*

Développement des lymphatiques de la peau.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

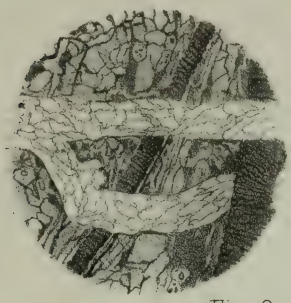
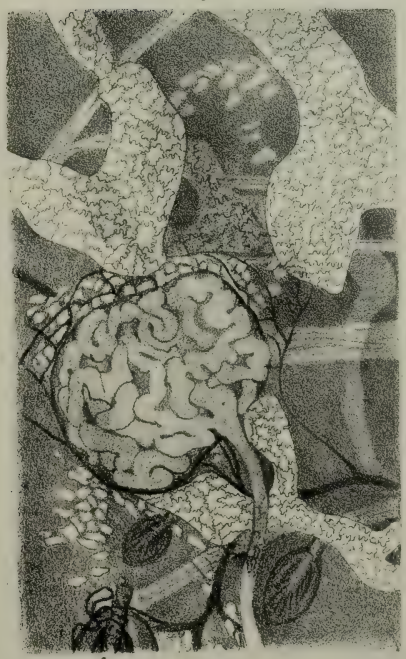


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.



a

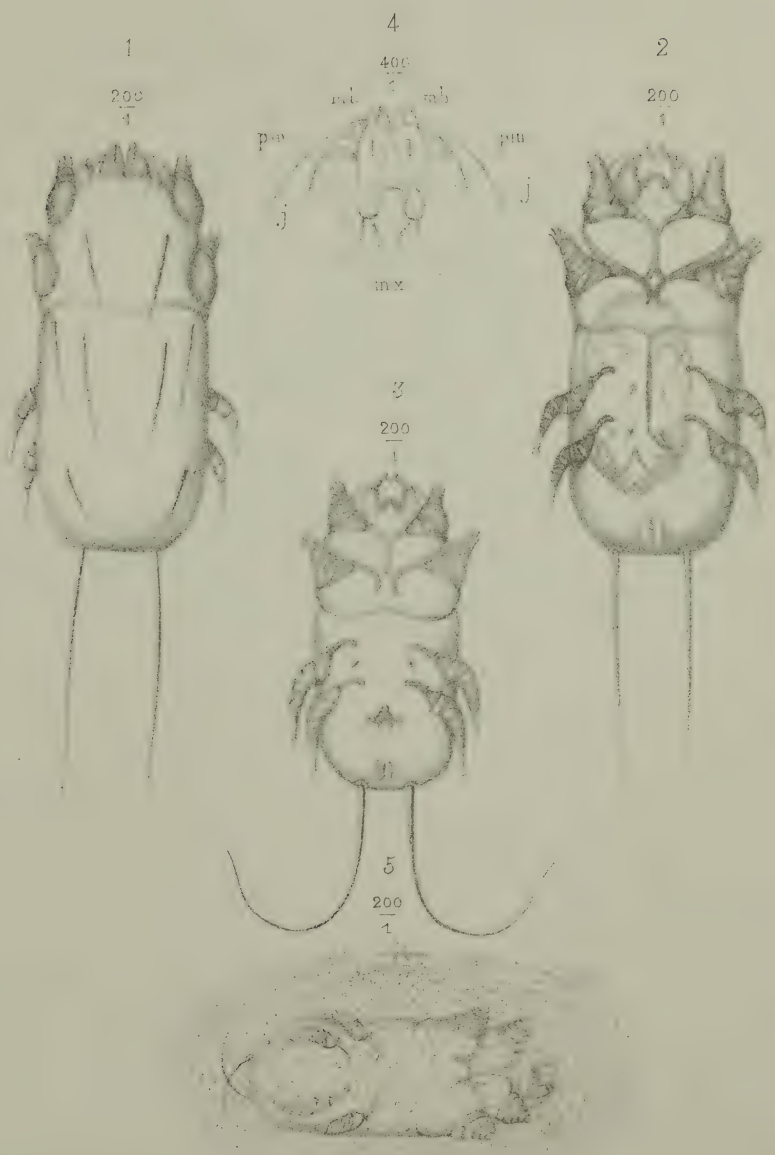
Fig. 5.

Fig. 6.

G. et F. E. Hoggan del. *Imp. Becquet.* *G. Mercier lith.*

Développement des lymphatiques de la peau.

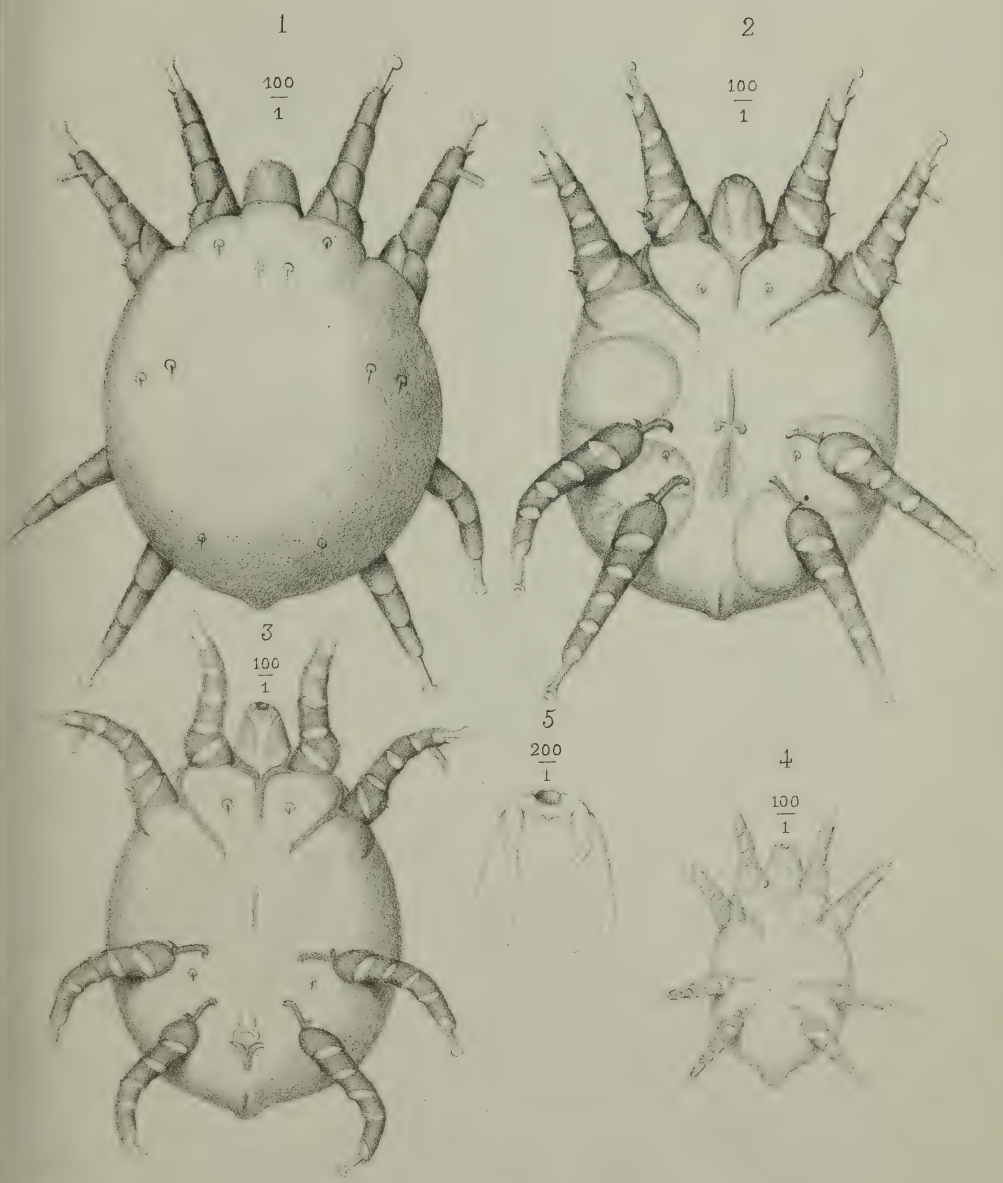
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.*

Sarcoptes cysticola (Vizioli.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

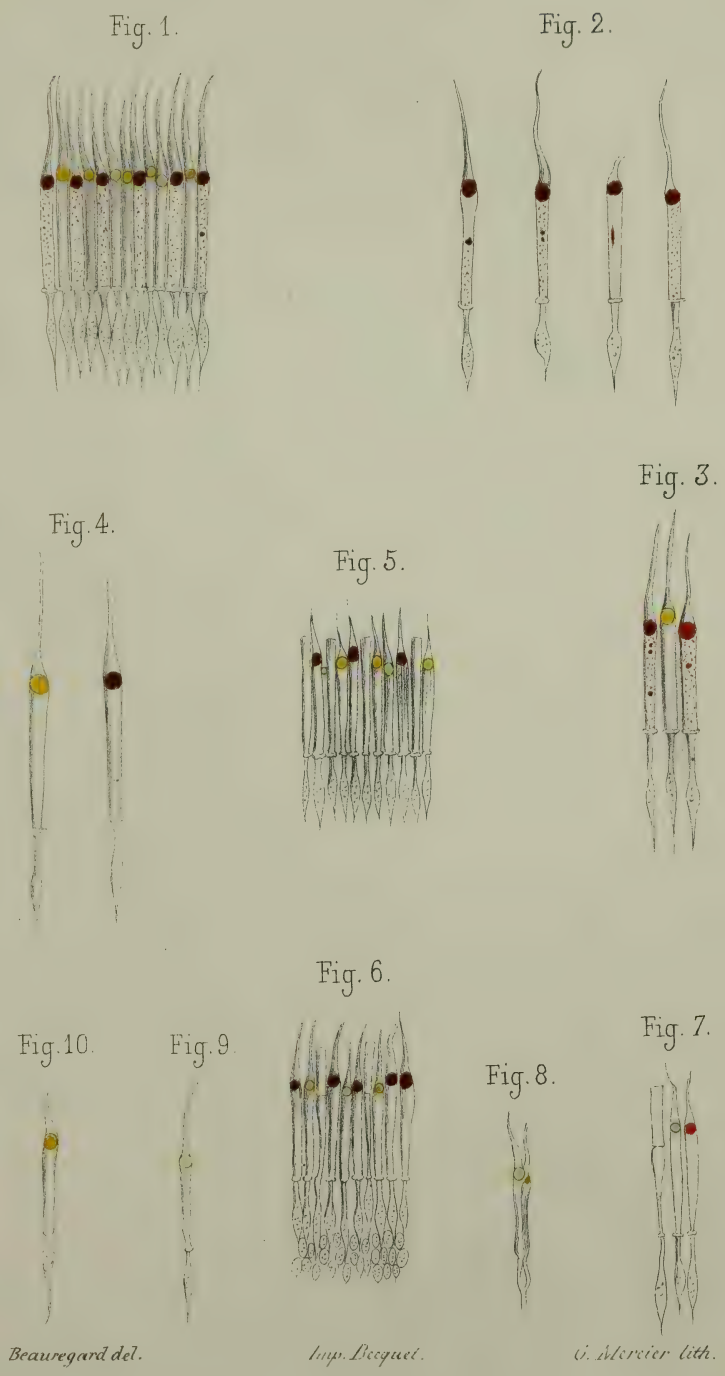


Mégnin ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris.

Cytoleichus sarcoptoïdes (Nob.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Pourpre rétinienne des oiseaux.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

C. Remy ad nat. del. et lith. *Imp. Becquet, Paris.*

Persistance du Canal de Muller.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

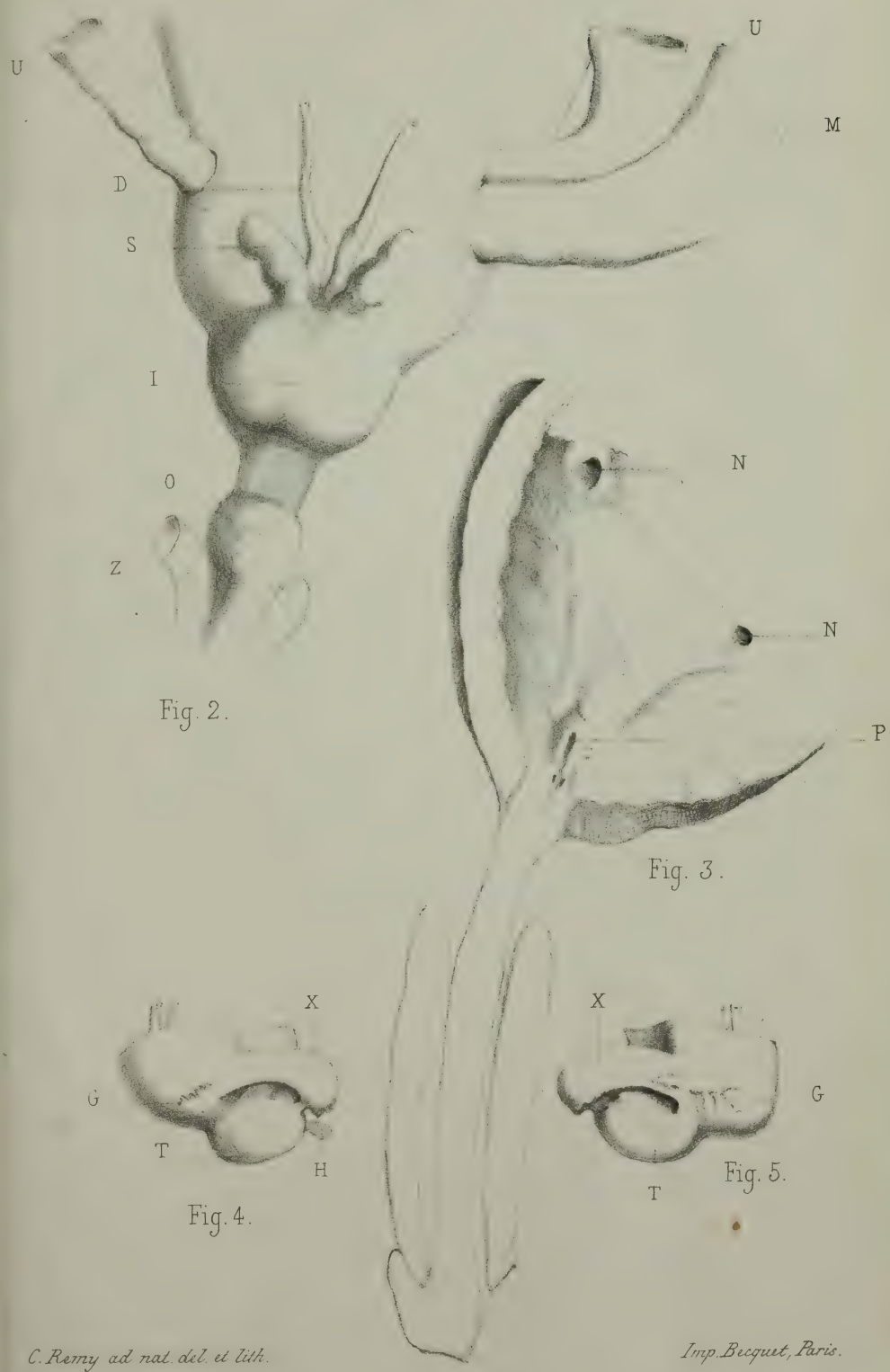


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

C. Remy ad nat. del. et lith.

Imp. Becquet, Paris.

Persistance du Canal de Muller.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

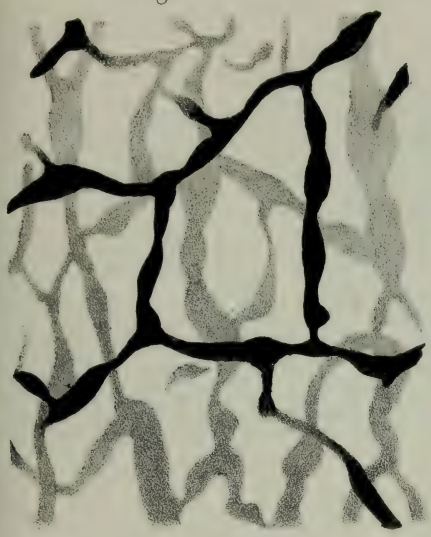


Fig. 2.

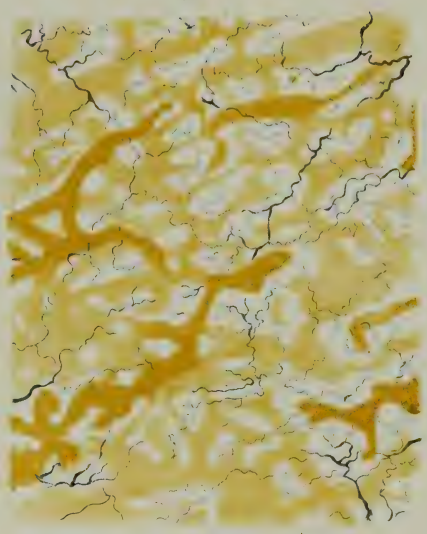


Fig. 3.

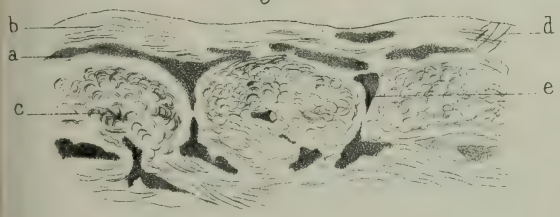


Fig. 6.

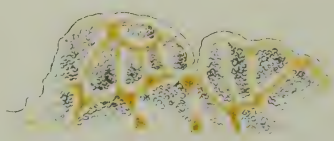


Fig. 4.

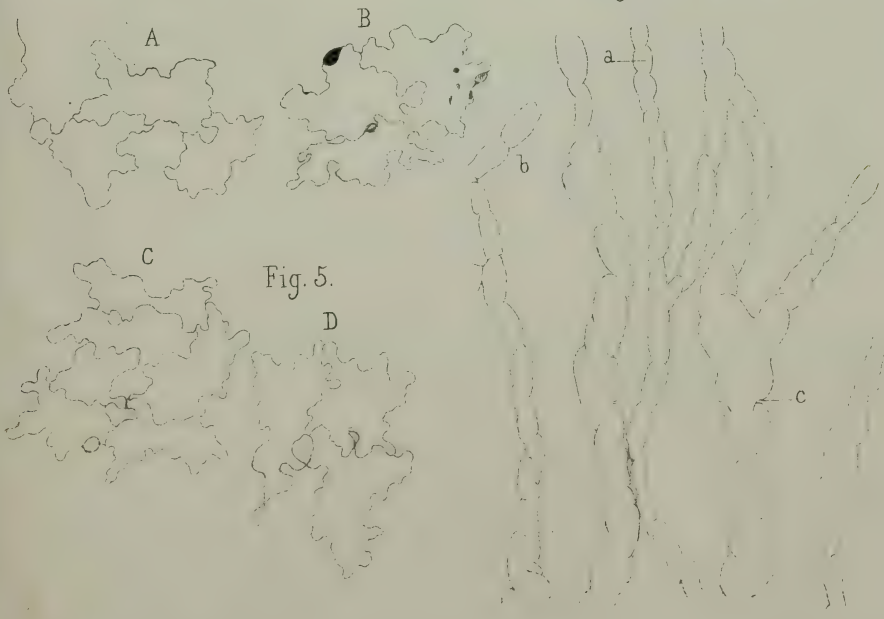
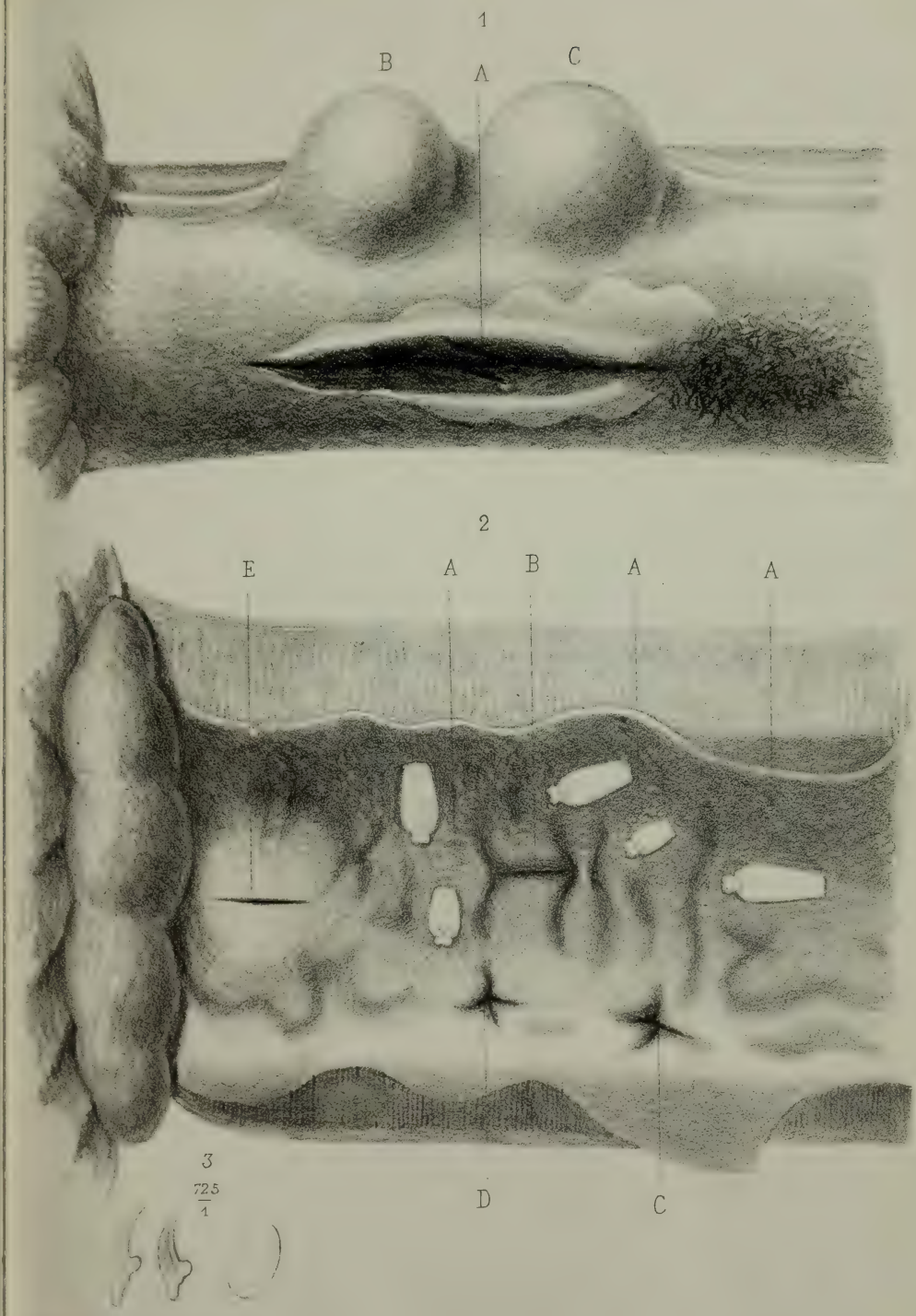


Fig. 5.

C. Petit ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.*

Lymphatiques de la couche sous-séreuse de l'Utérus.

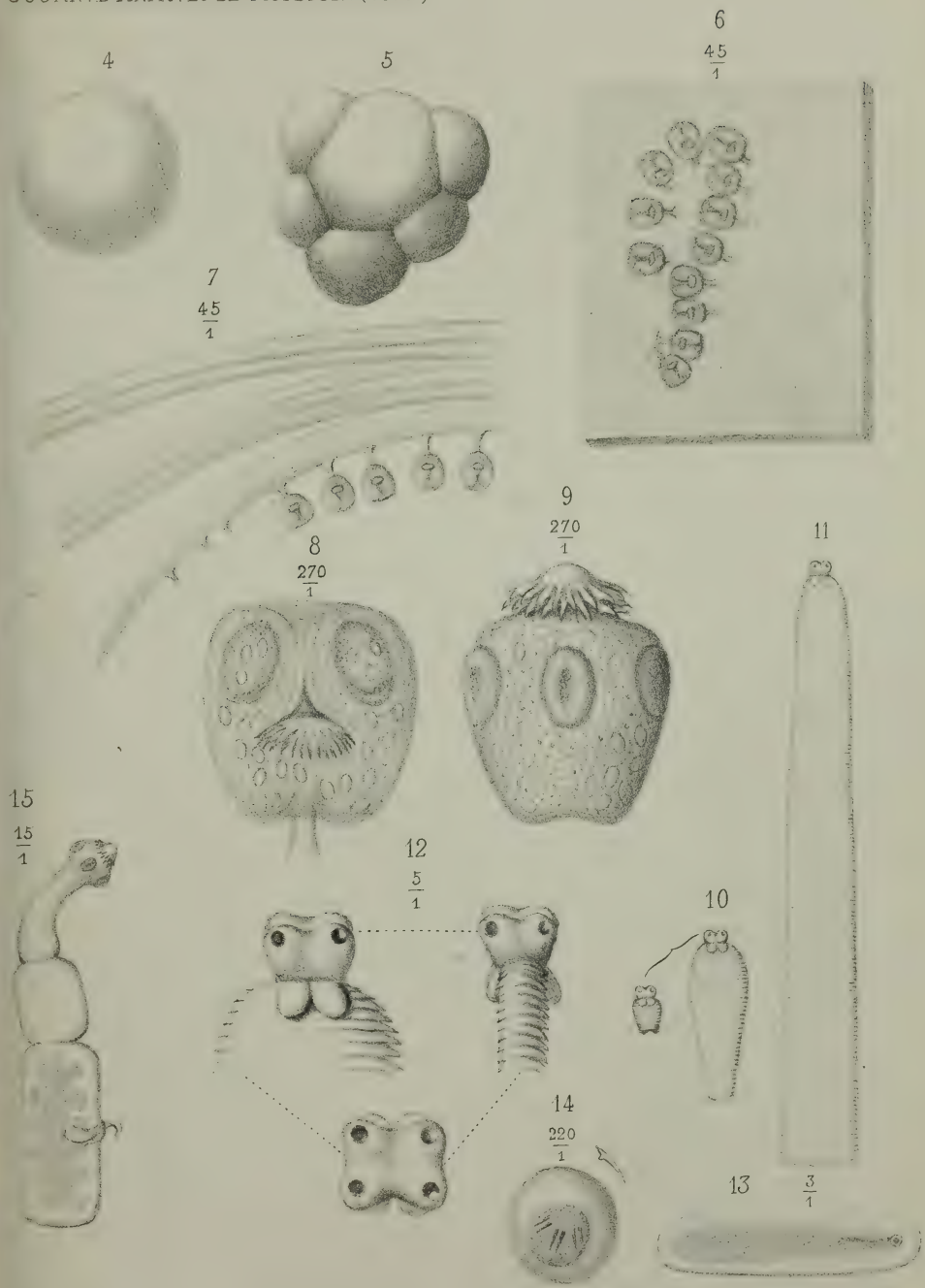
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del. et lith. *Imp. Becquet, Paris.*

Développement du Tœnia perfoliata
dans les intestins du cheval.

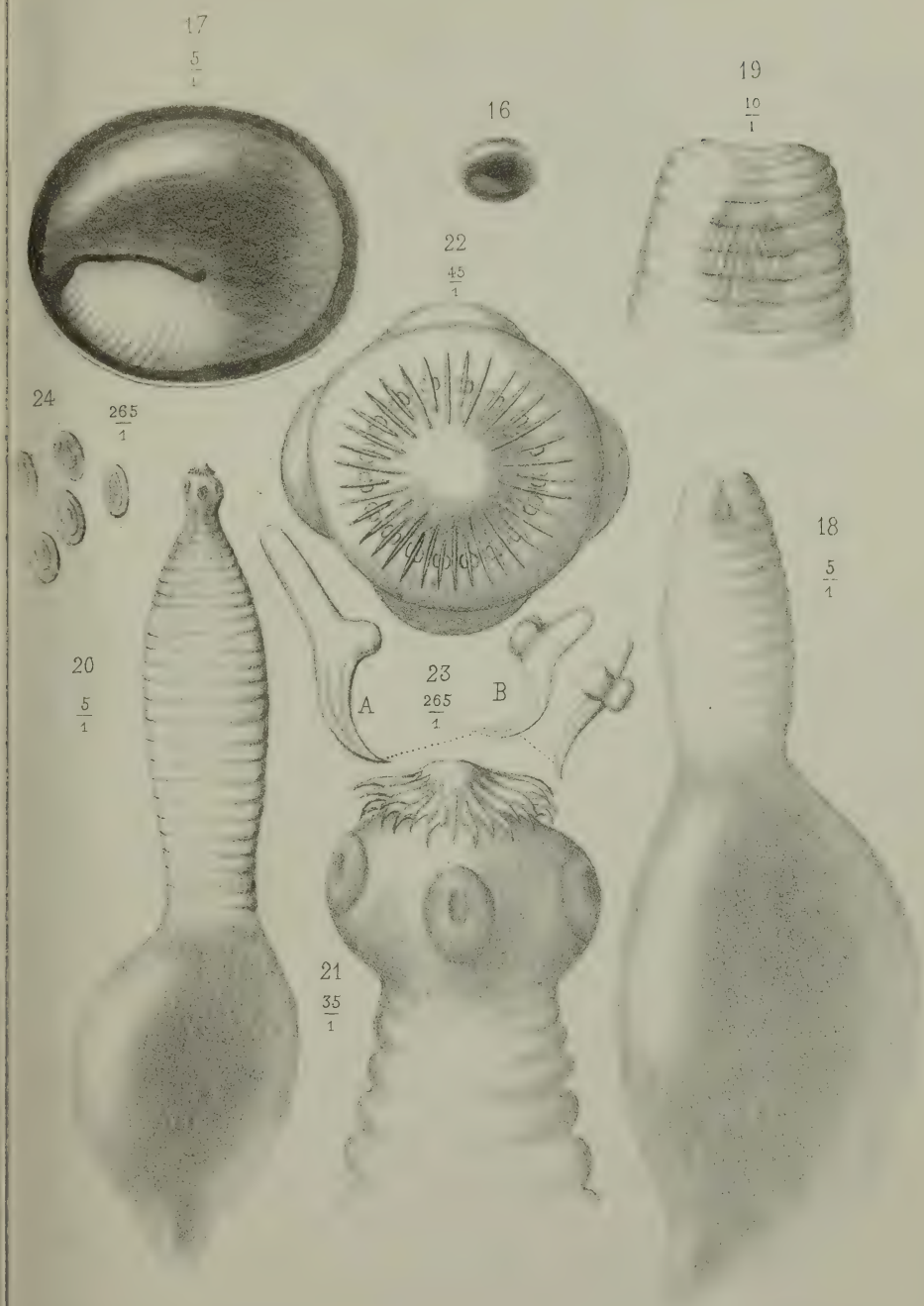
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del. et lith. *Imp. Becquet, Paris.*

L'Echinocoque du cheval et les deux Tœnias qui en dérivent :
Tœnia perfoliata (Gœze)
et Tœnia Echinococus (Van Beneden.)

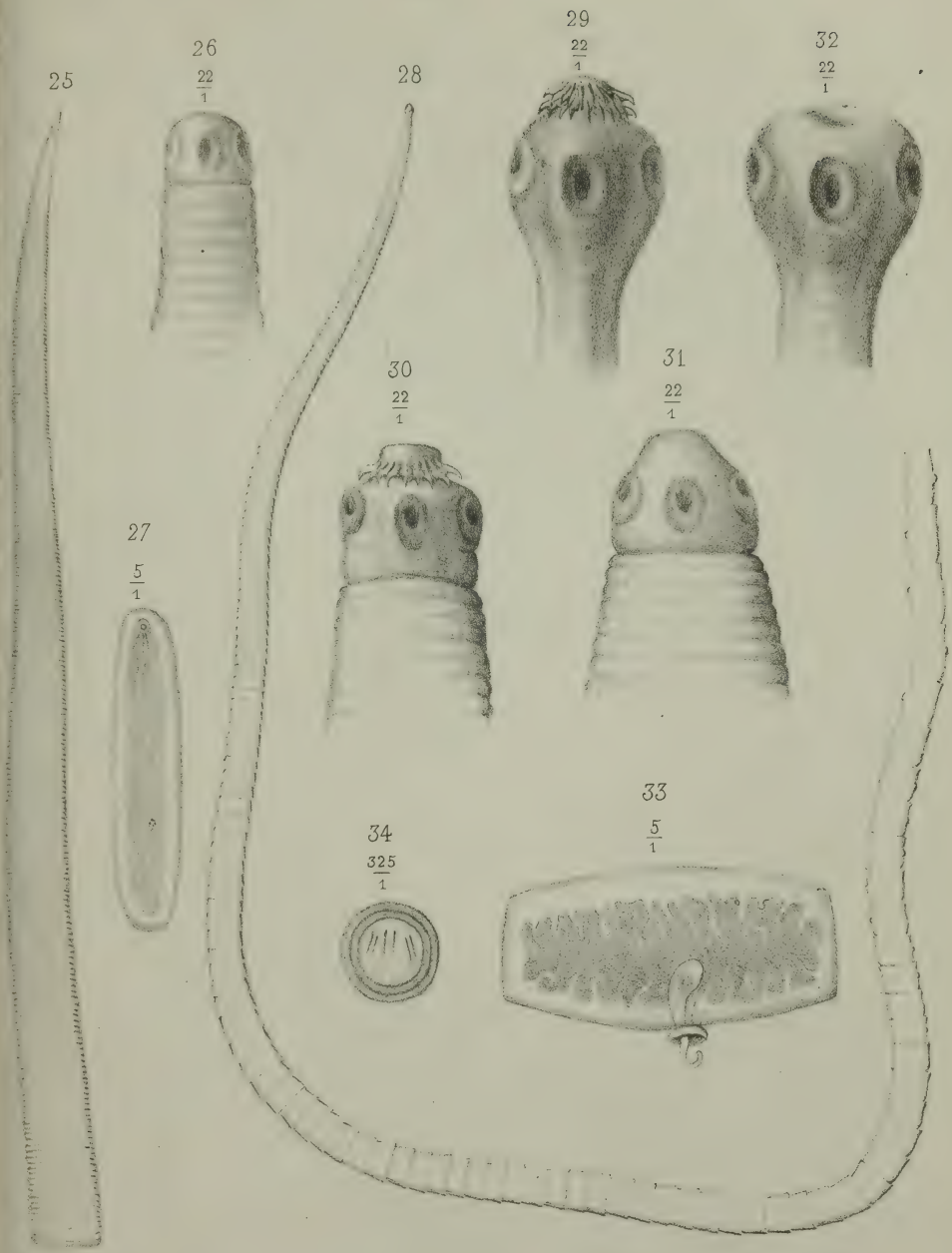
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del. et lith. *Imp. Buguet à Paris.*

Cysticercus pisiformis
prenant la forme strobilaire dans la cavité péritonéale du lapin.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Mégnin ad nat. del. et lith. *Imp. Becquet à Paris.*

Tœnia pectinata du lapin (fig. 25_27.)
et Tœnia serrata du chien (fig. 28_34.)
dérivant tous deux du Cysticercus pisiformis.

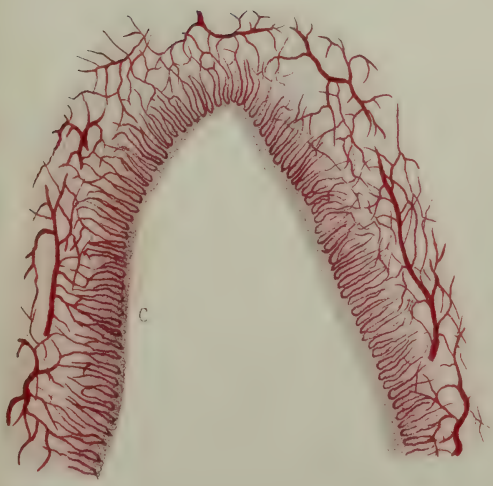
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 2.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.

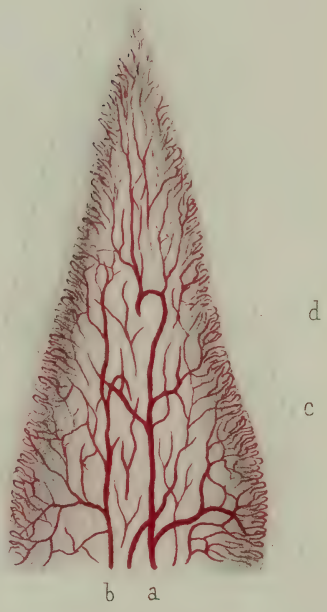


Fig. 3.

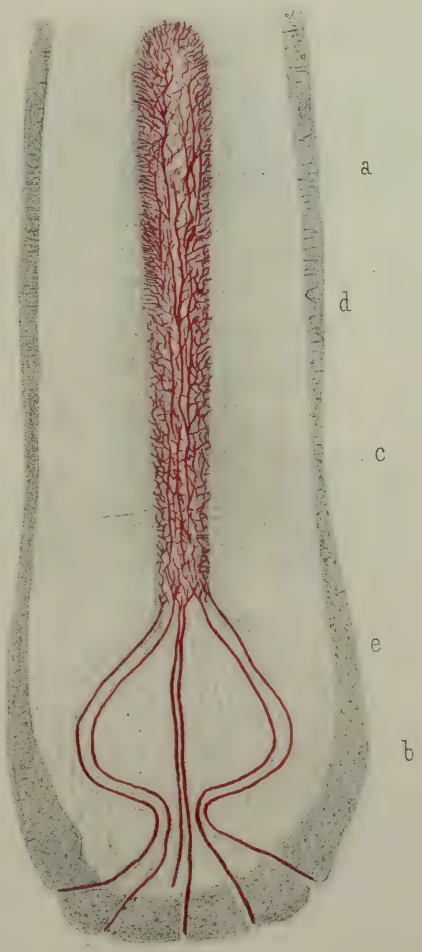


Fig. 4.

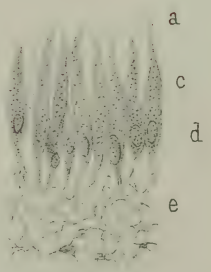
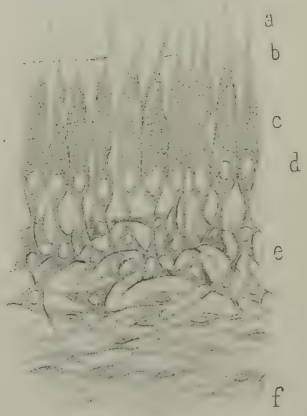


Fig. 5.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

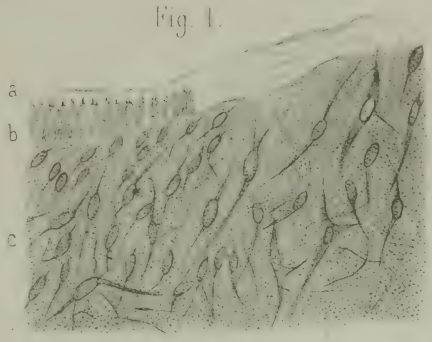


Fig. 2.

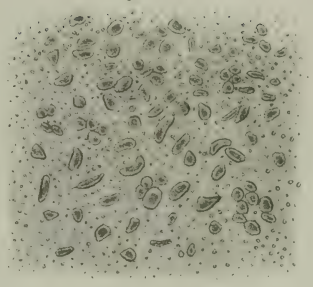


Fig. 3.

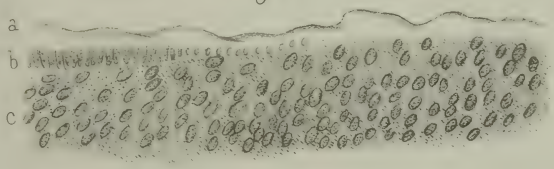


Fig. 4.

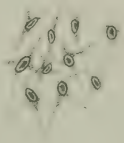


Fig. 5.

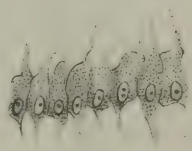
Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

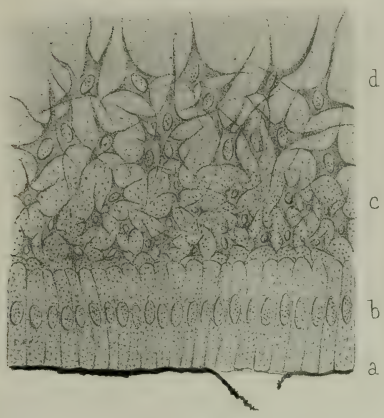


Fig. 2.

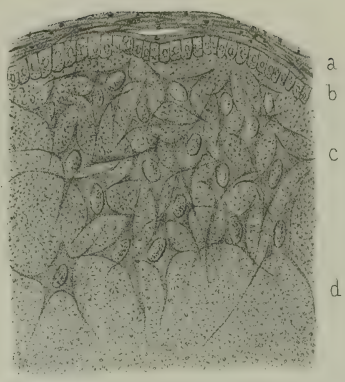


Fig. 3.

Fig. 4.

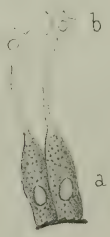


Fig. 5.

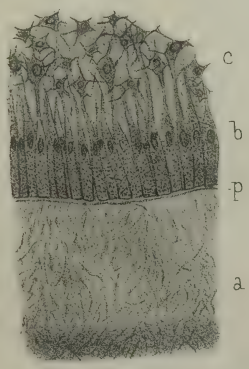
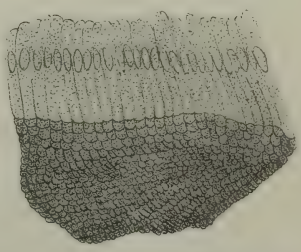


Fig 6.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Bieguet.* *Nicolet lith.*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

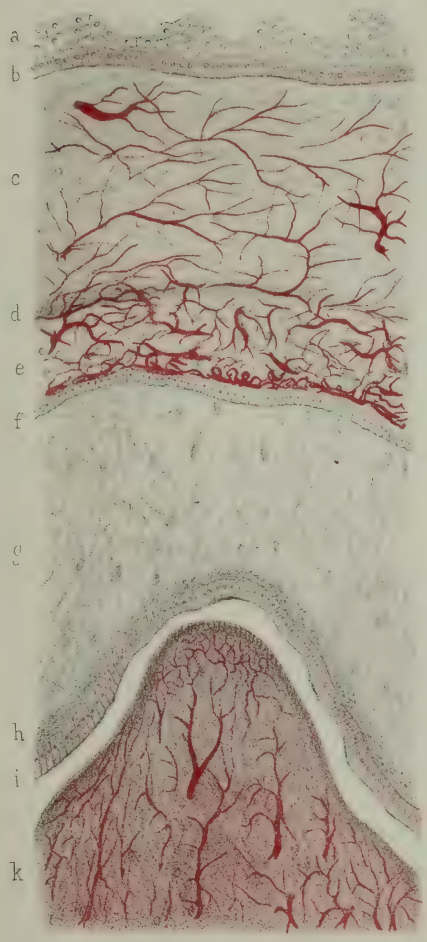


Fig. 2.

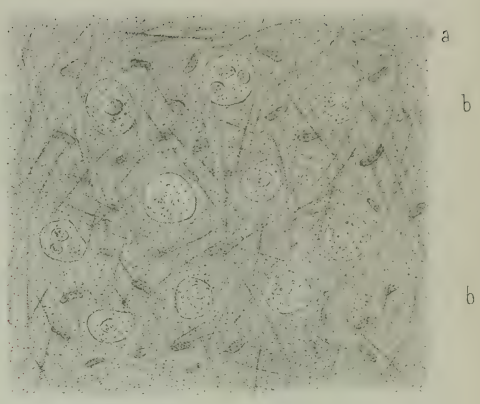


Fig. 3.

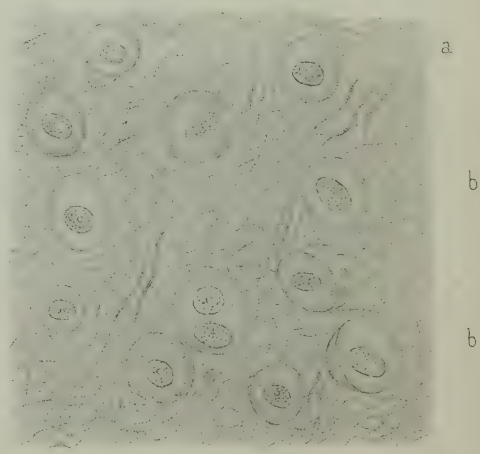
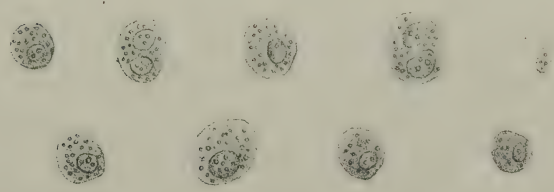


Fig. 4.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

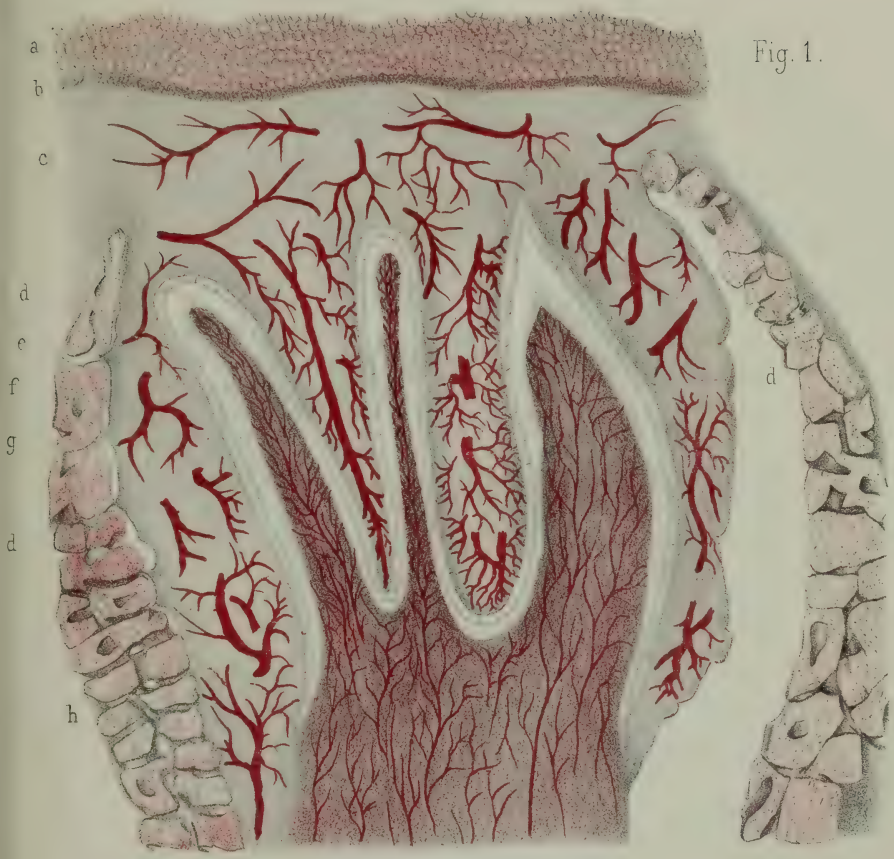
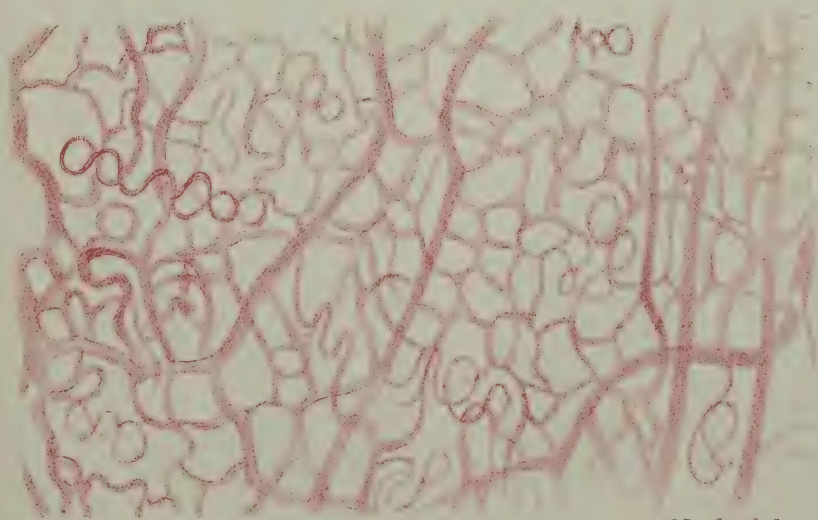


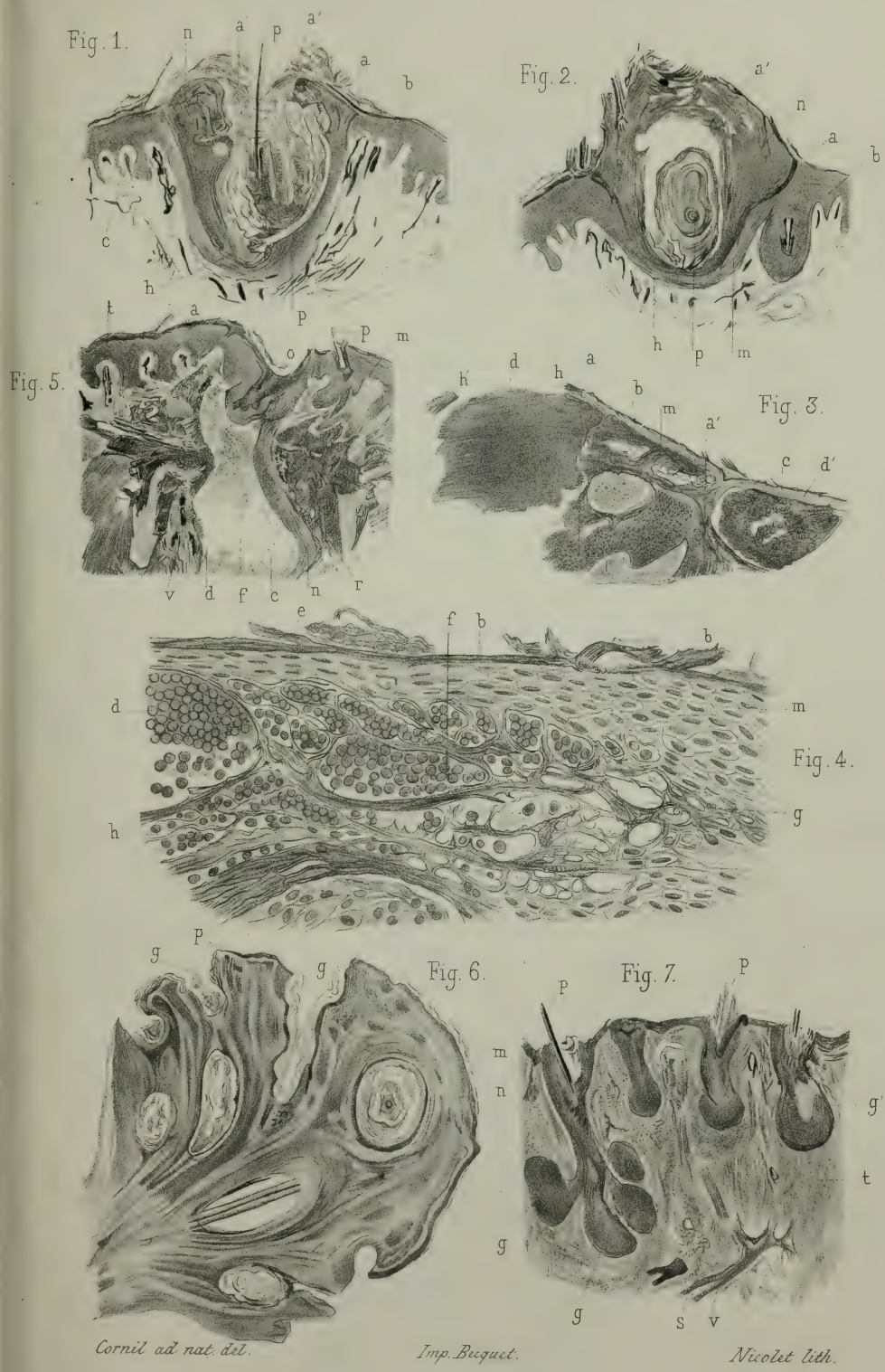
Fig. 2.



E. Magitot ad nat. del. *Imp. Buquet.* *Nicolet lith*

Follicule dentaire chez les mammifères.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Cornil ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Anatomie de l'aine.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

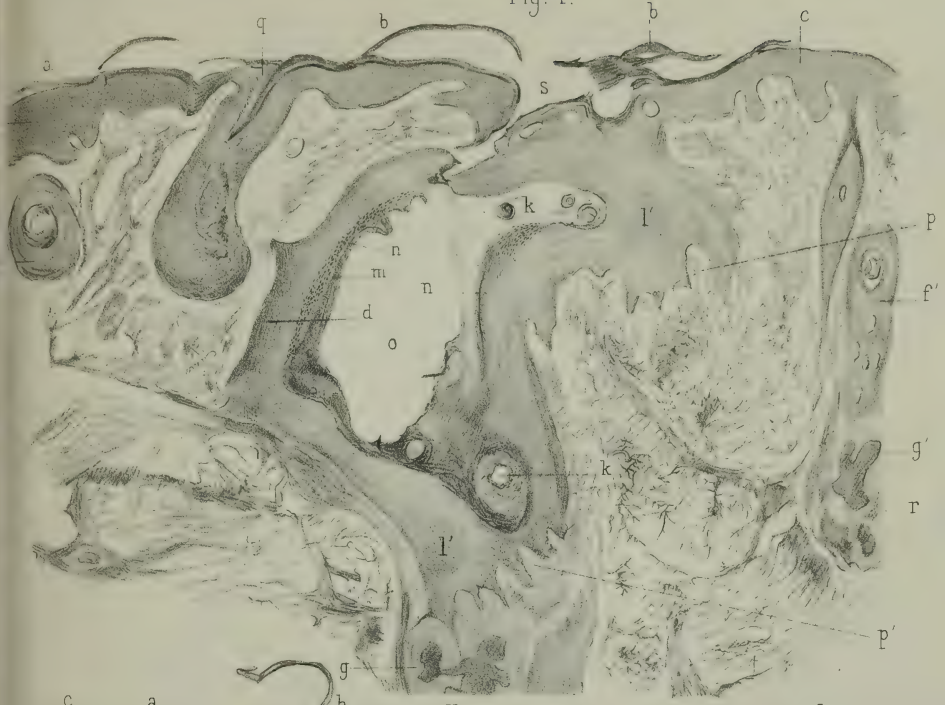


Fig. 2.

Cornil ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Anatomie de l'aine.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 1.

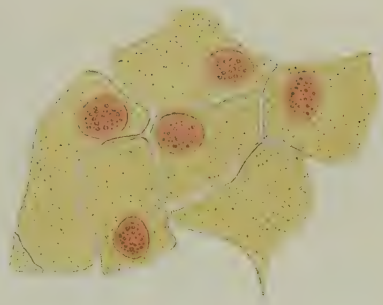


Fig. 4.

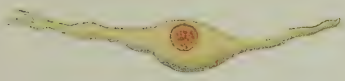


Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

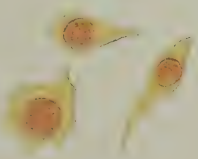


Fig. 6.

Fig. 7.

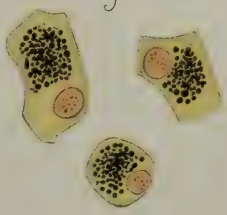


Fig. 8.

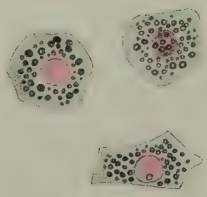
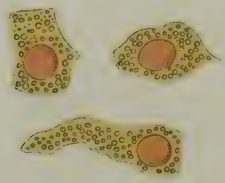


Fig. 9.

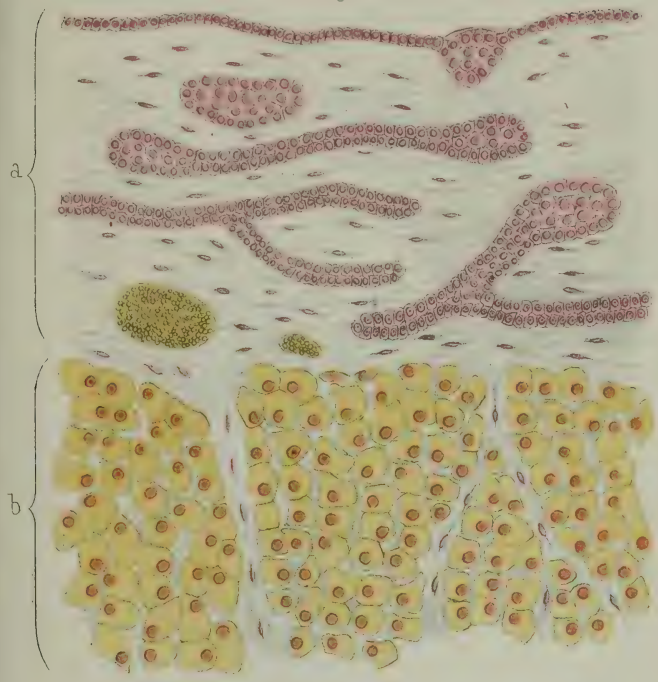


Tourneux ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.* Nicolet lith.

Cellules interstitielles du testicule (mammifères.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 10.



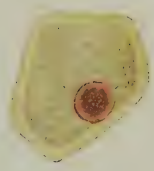


Fig. 11.

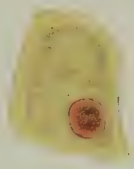
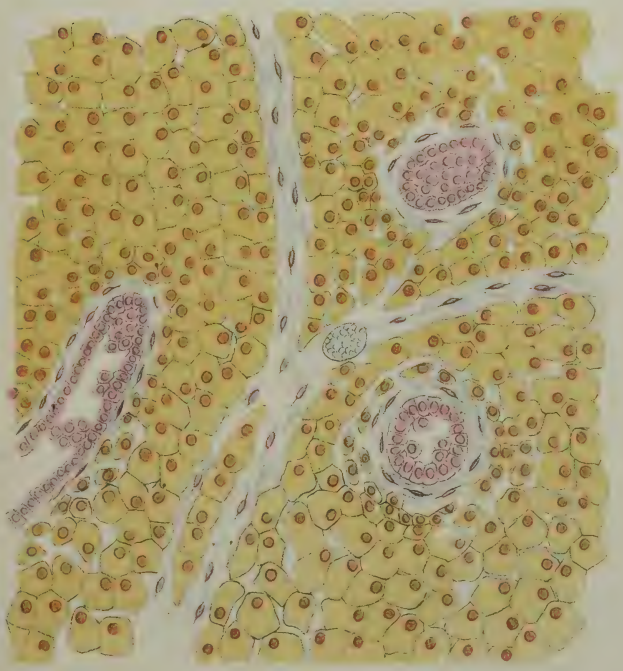


Fig. 12.



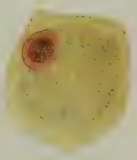
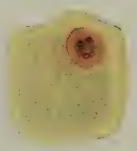
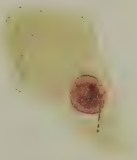


Fig. 13.

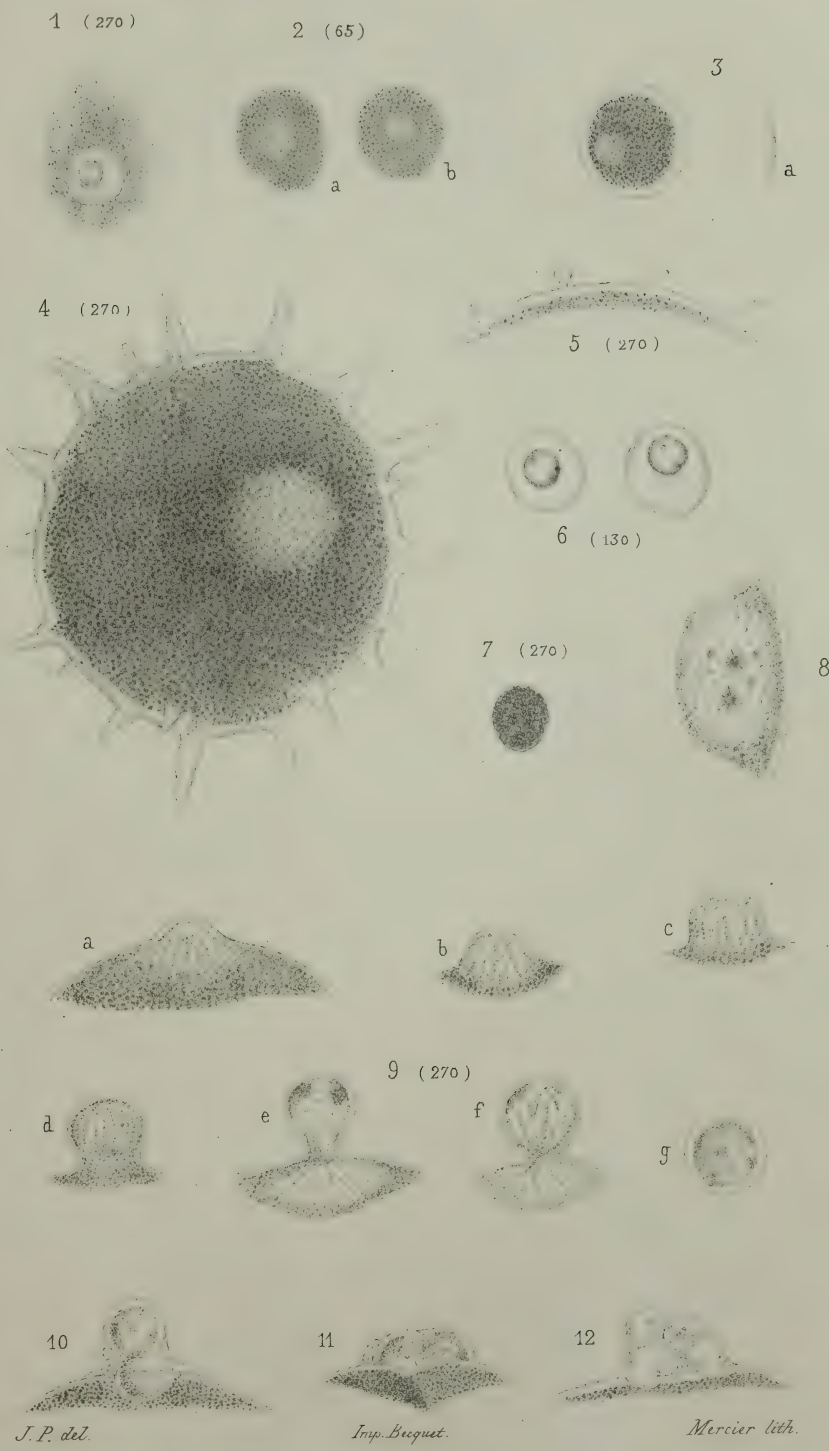




Tourneux ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.* Nicolet lith.

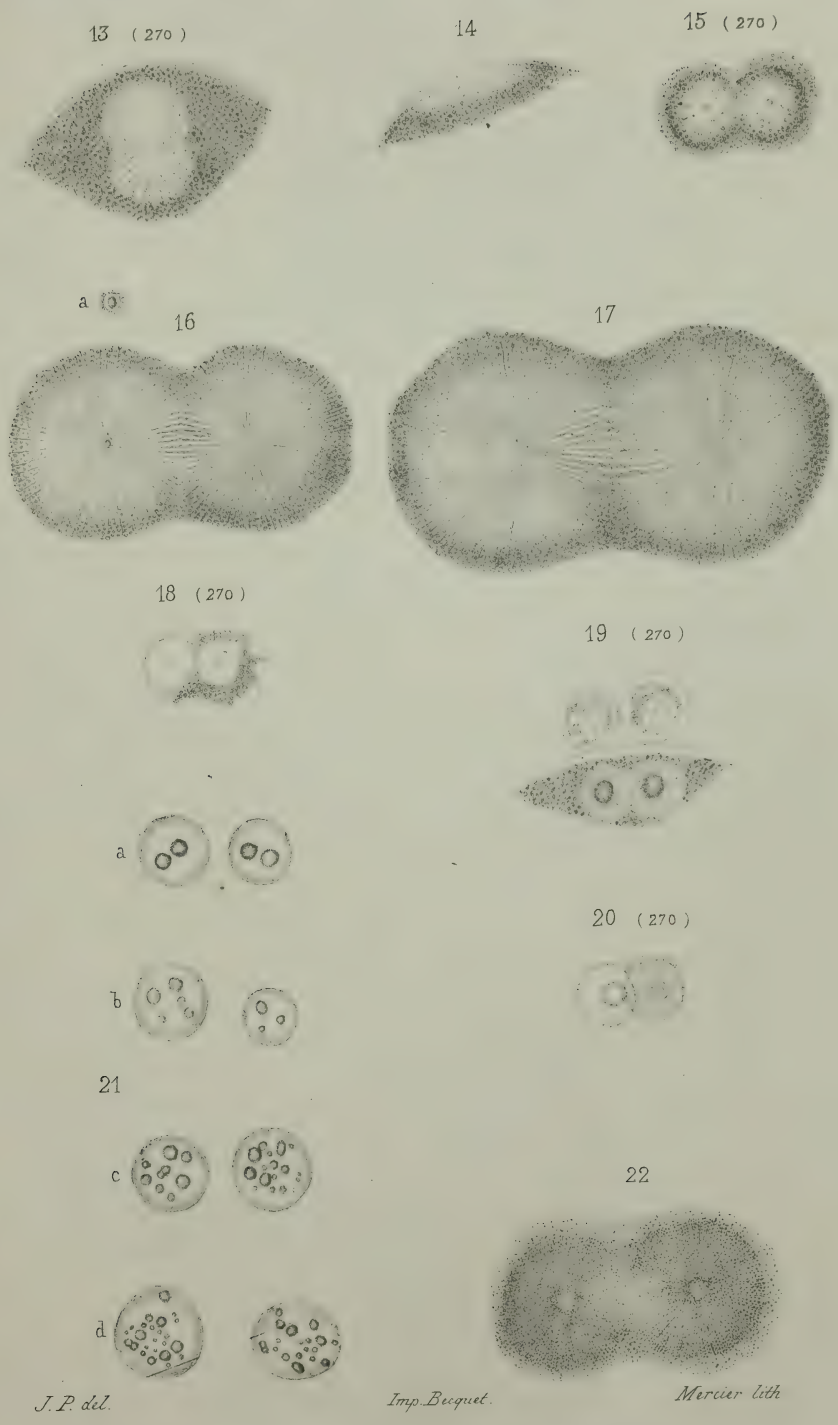
Ovaire et testicule embryonnaires du cheval.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Segmentation de l'œuf chez l'hélice.

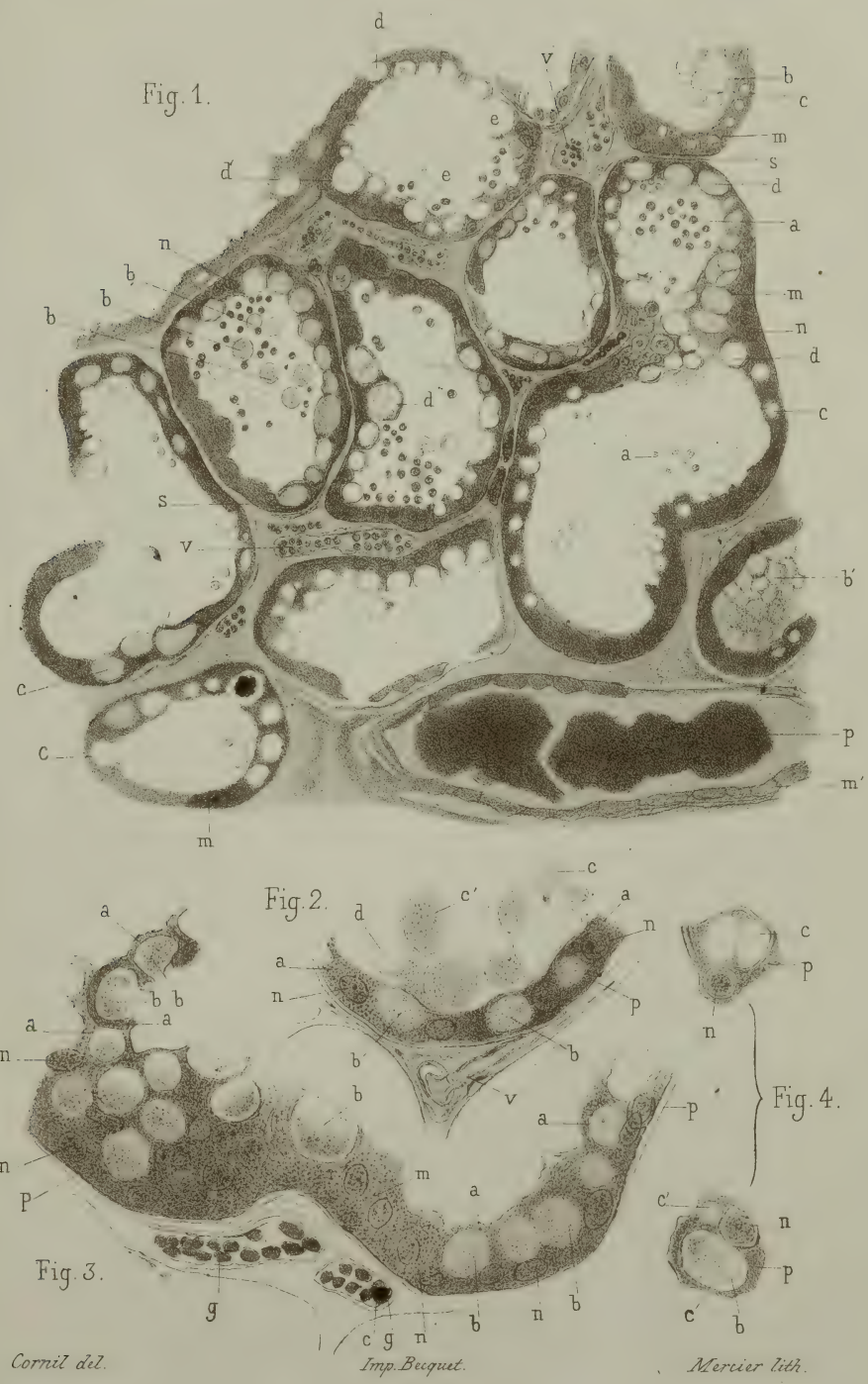
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



J. P. del. Imp. Becquet. Mercier lith.

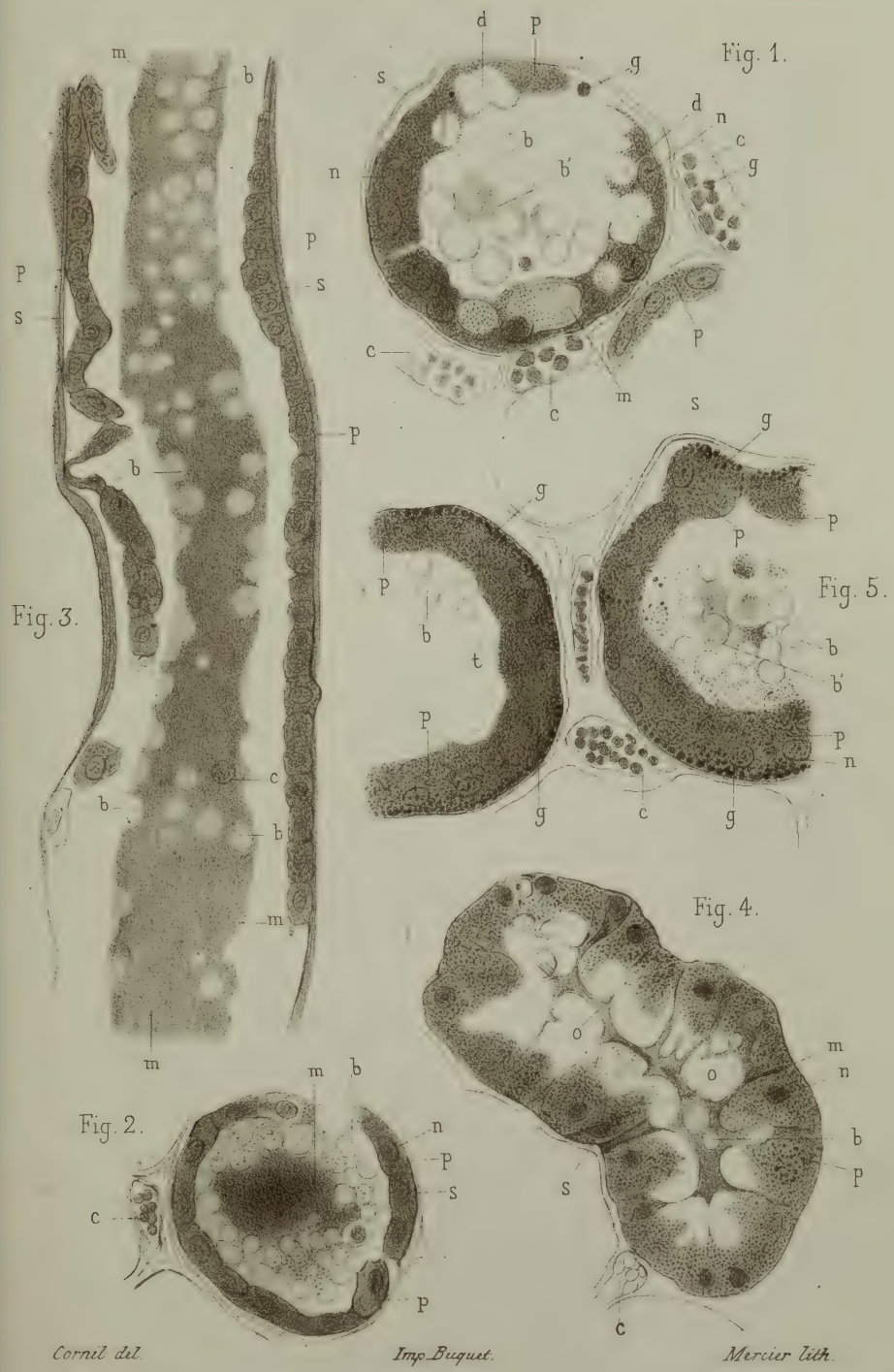
Segmentation de l'œuf chez l'hélice.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



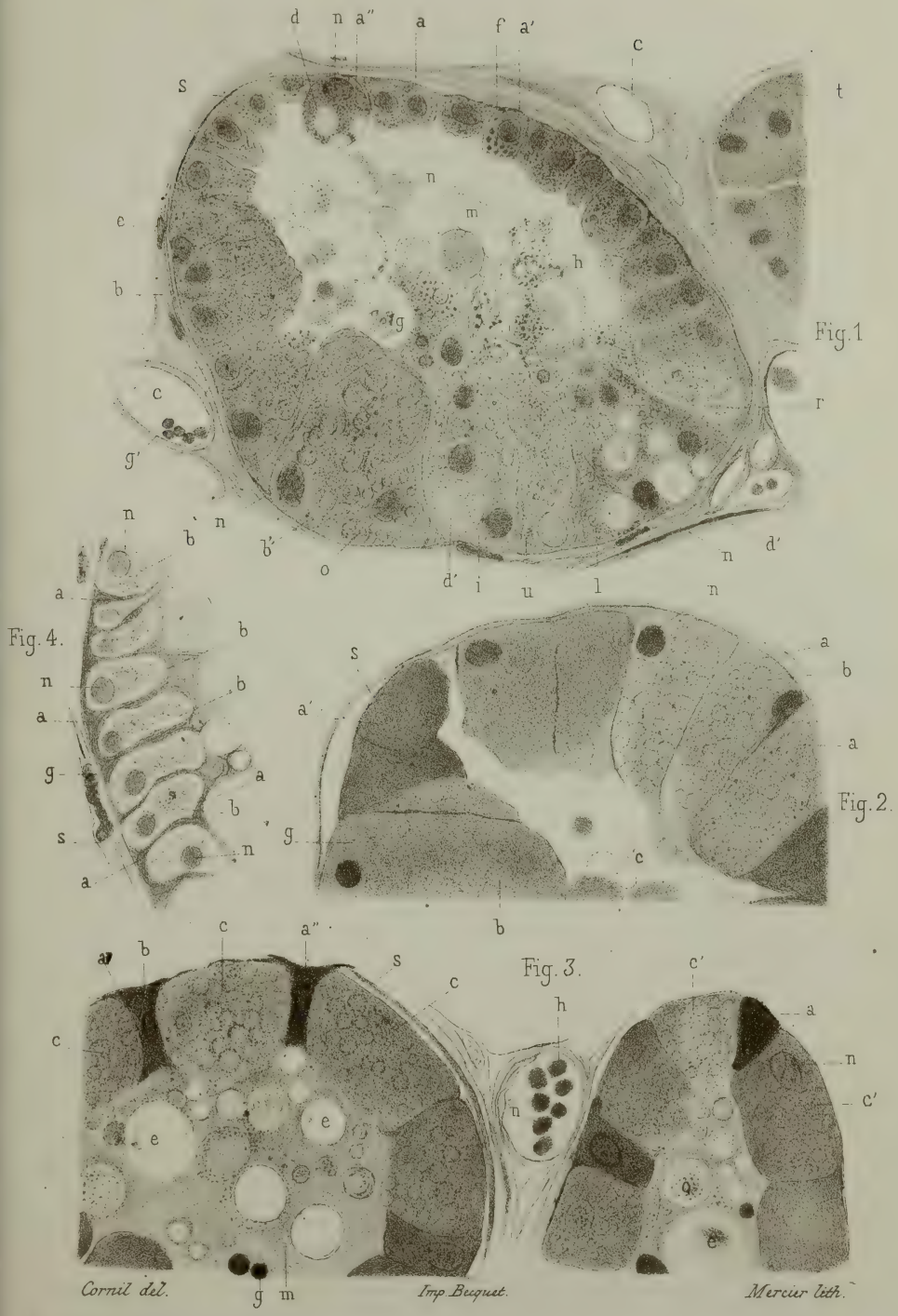
Maladie de Bright aigue (fig. 1, 2, 3 et 4.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Maladie de Bright aigue (fig. 1, 2 et 3.) Albuminurie scarlatineuse (fig. 4.)
Maladie de Bright chronique (fig. 5.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



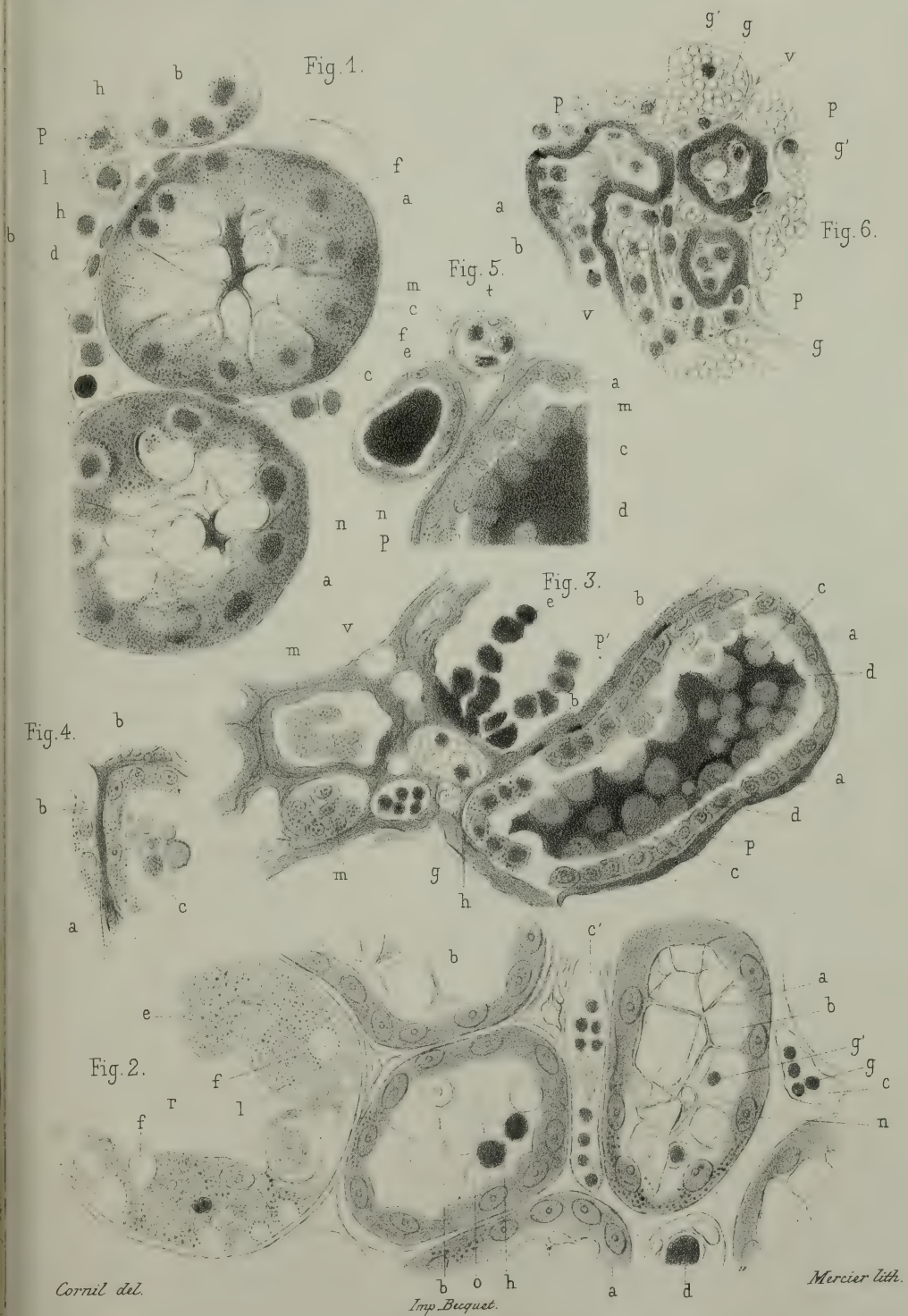
Maladie de Bright (Nephrite parenchymateuse chronique) chez un goutteux (fig. 1, 2 et 3.)
Epithelium rénal normal du cobaye (fig. 4.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Cornil del. *Imp. Buquet.* *Mercier lith.*

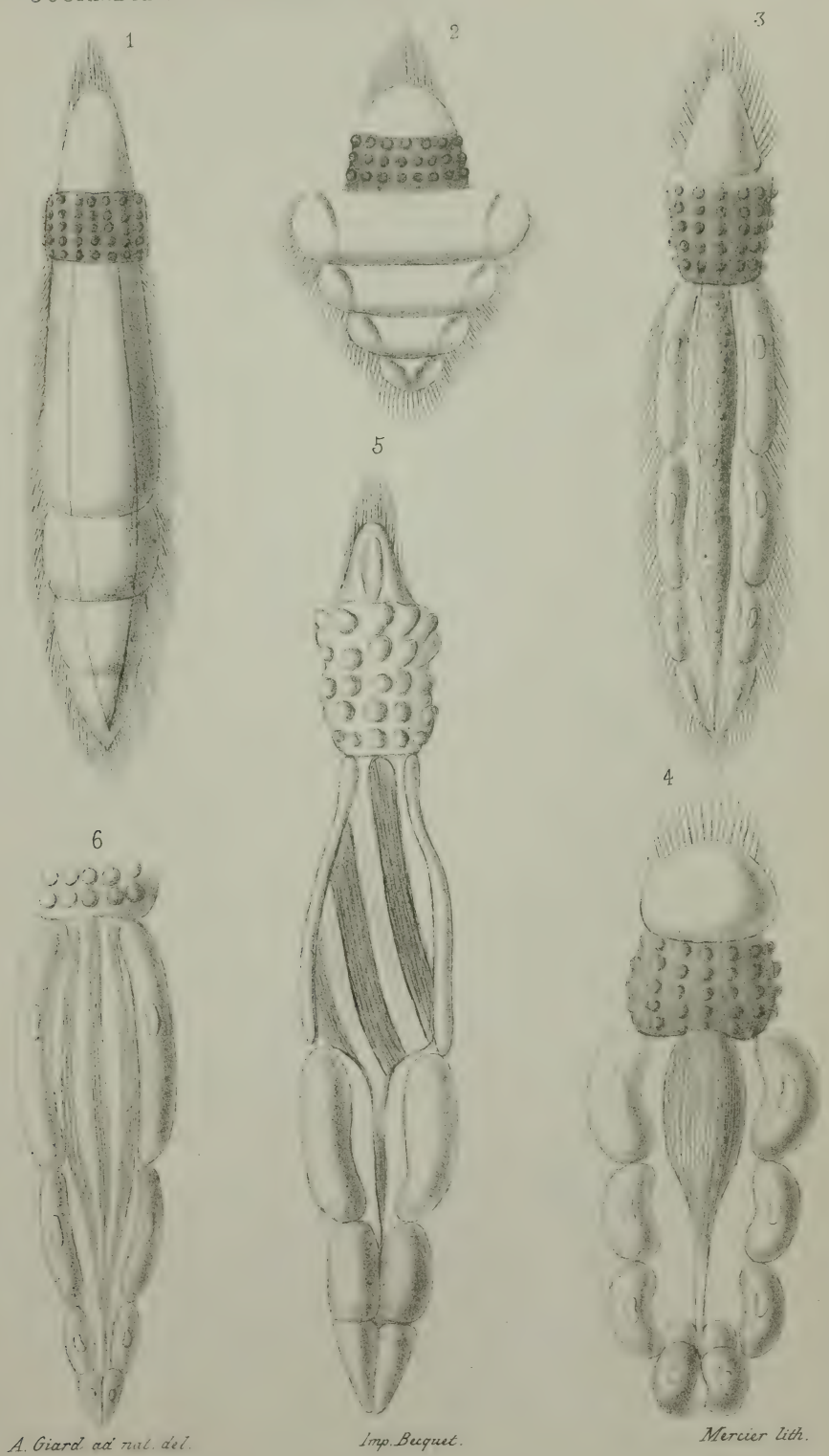
Maladie de Bright (Nephrite parenchymateuse chronique) chez un goutteux (fig. 1.)
Contenu d'un glomerule dans l'albuminurie scarlatineuse (fig. 2.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Rein normal du Cochon d'Inde (fig. 1.) Nephrite parenchymateuse (fig. 2.)
Nephrite interstitielle (fig. 3, 4, 5 et 6.)

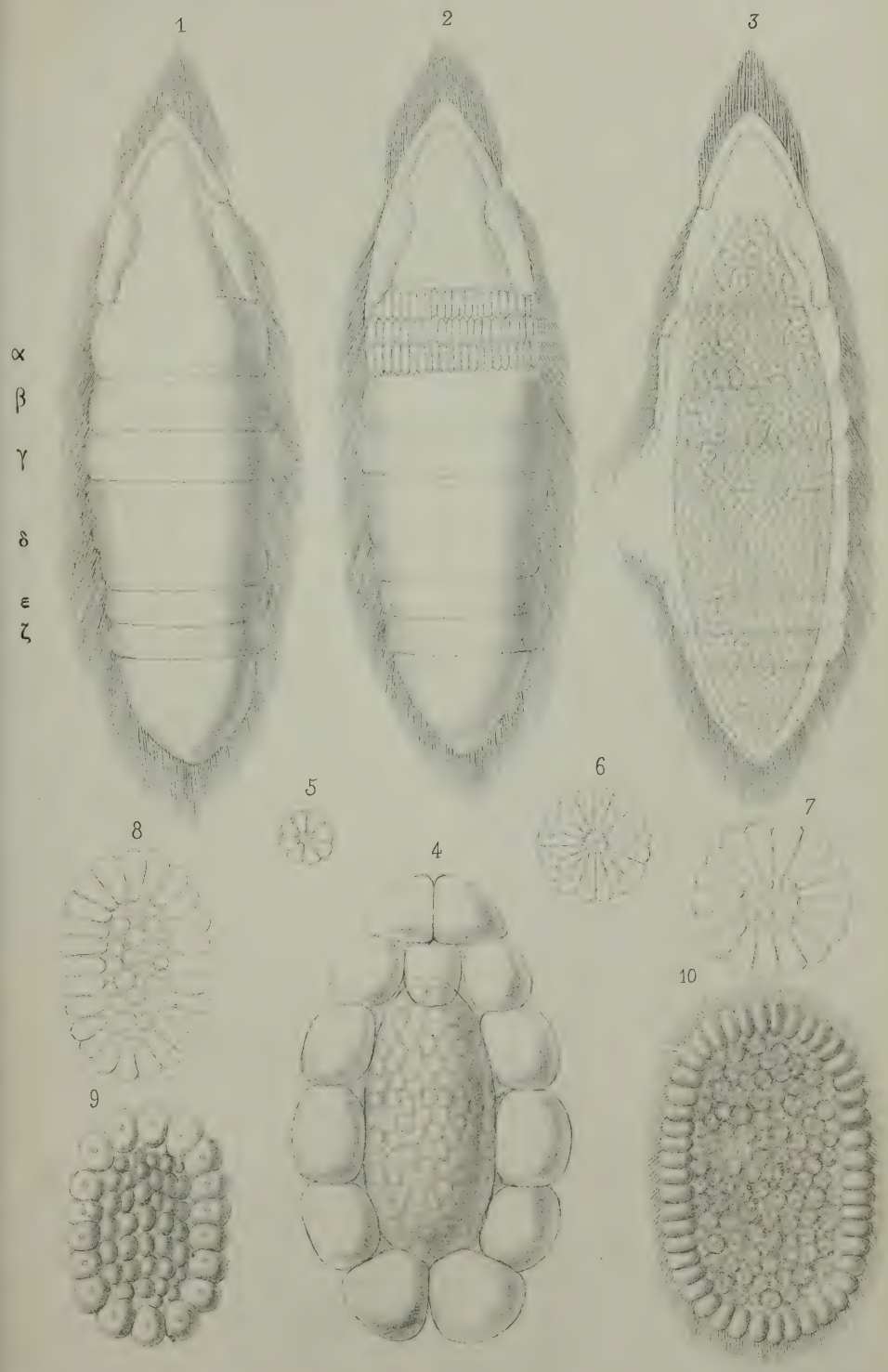
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



A. Giard ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Mercier lith.*

Rhopalura ophiocomæ, (A. Giard.)

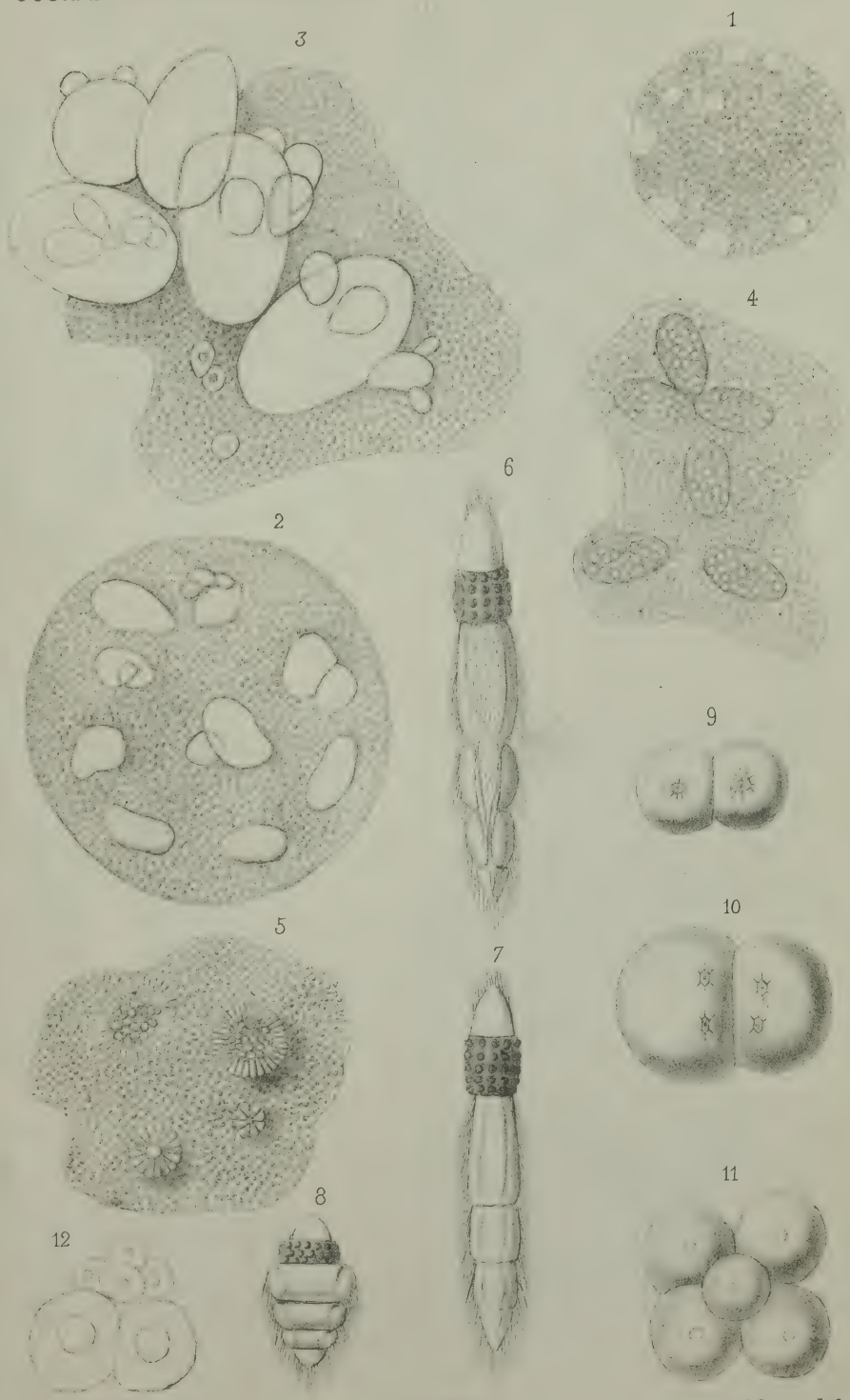
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



A. Giard ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Mercier lith.*

Intoshia gigas, (A. Giard.)

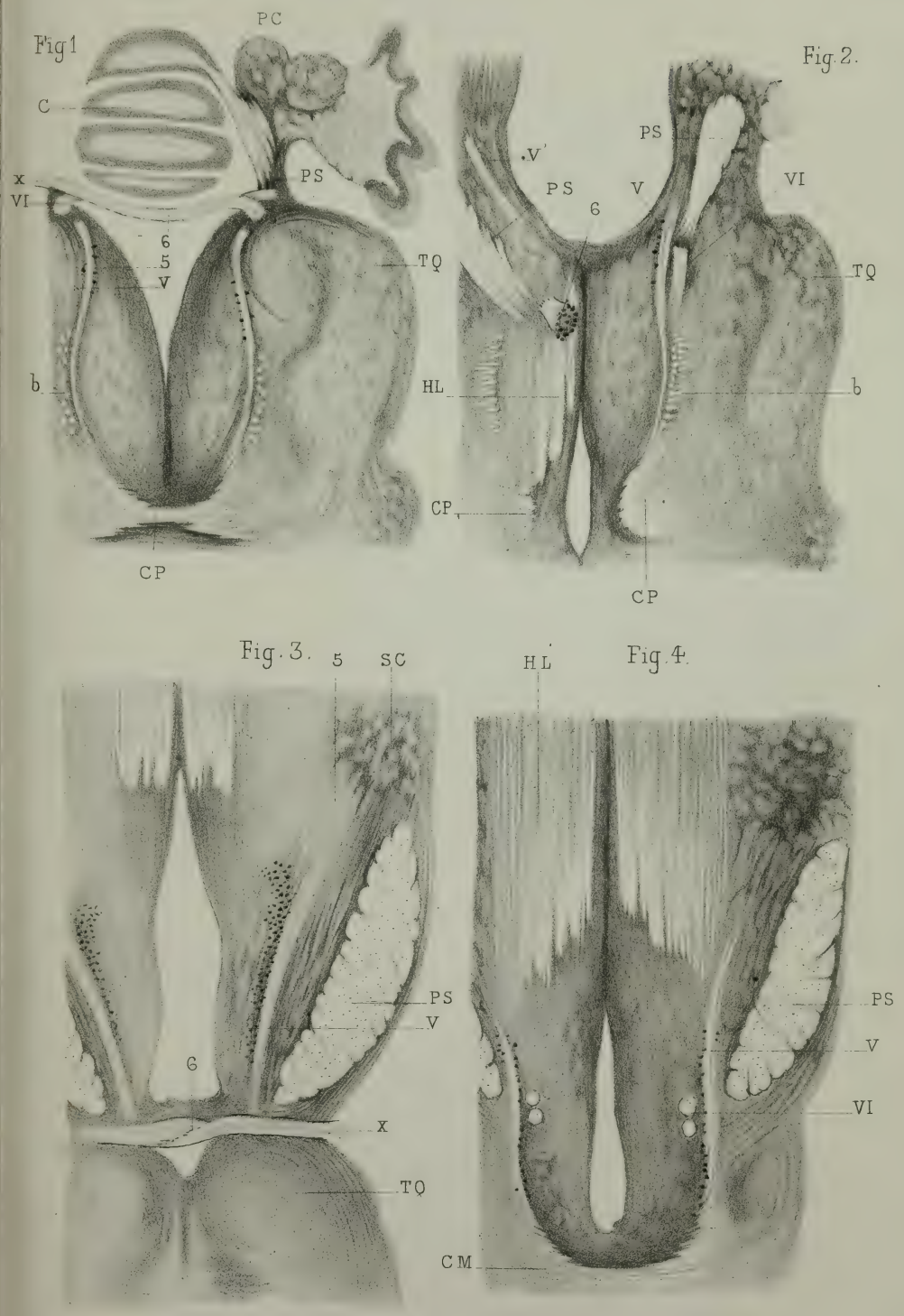
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



A. Giard ad nat. del. Imp. Buquet. Mercier lith.

Orthonectida (A. Giard.)

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Math. Duval delin. *Imp. Becquet Paris.*

Nerfs crâniens PL. XI.

Germer Baillière Libraire à Paris

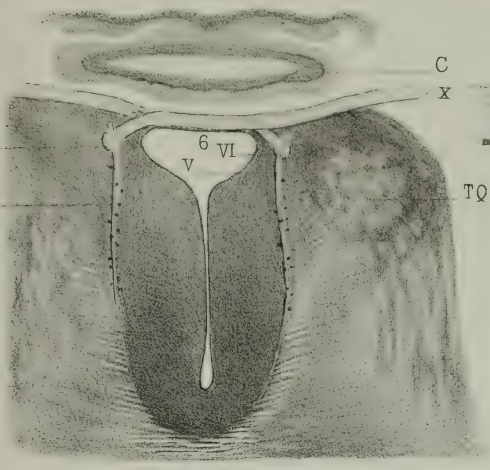


Fig. 1.

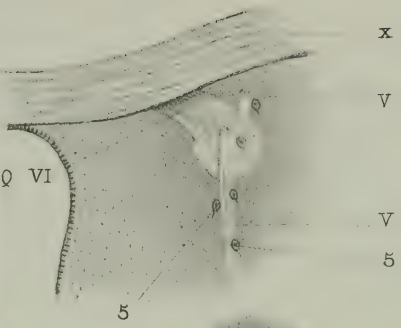
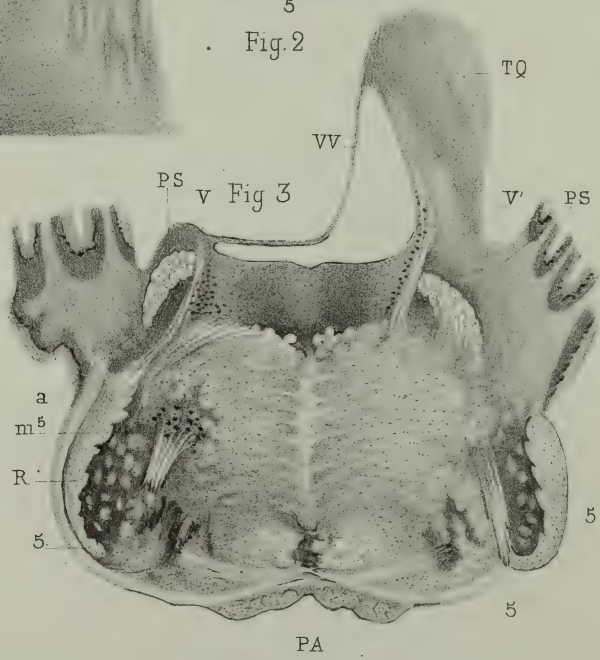


Fig. 2



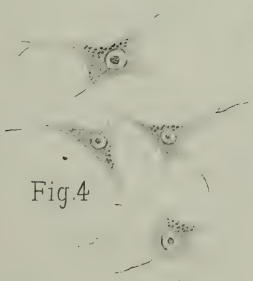


Fig. 4

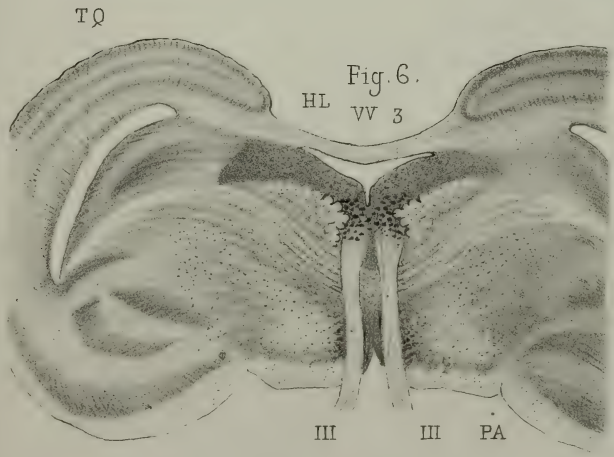


Fig. 6.

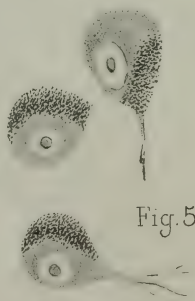
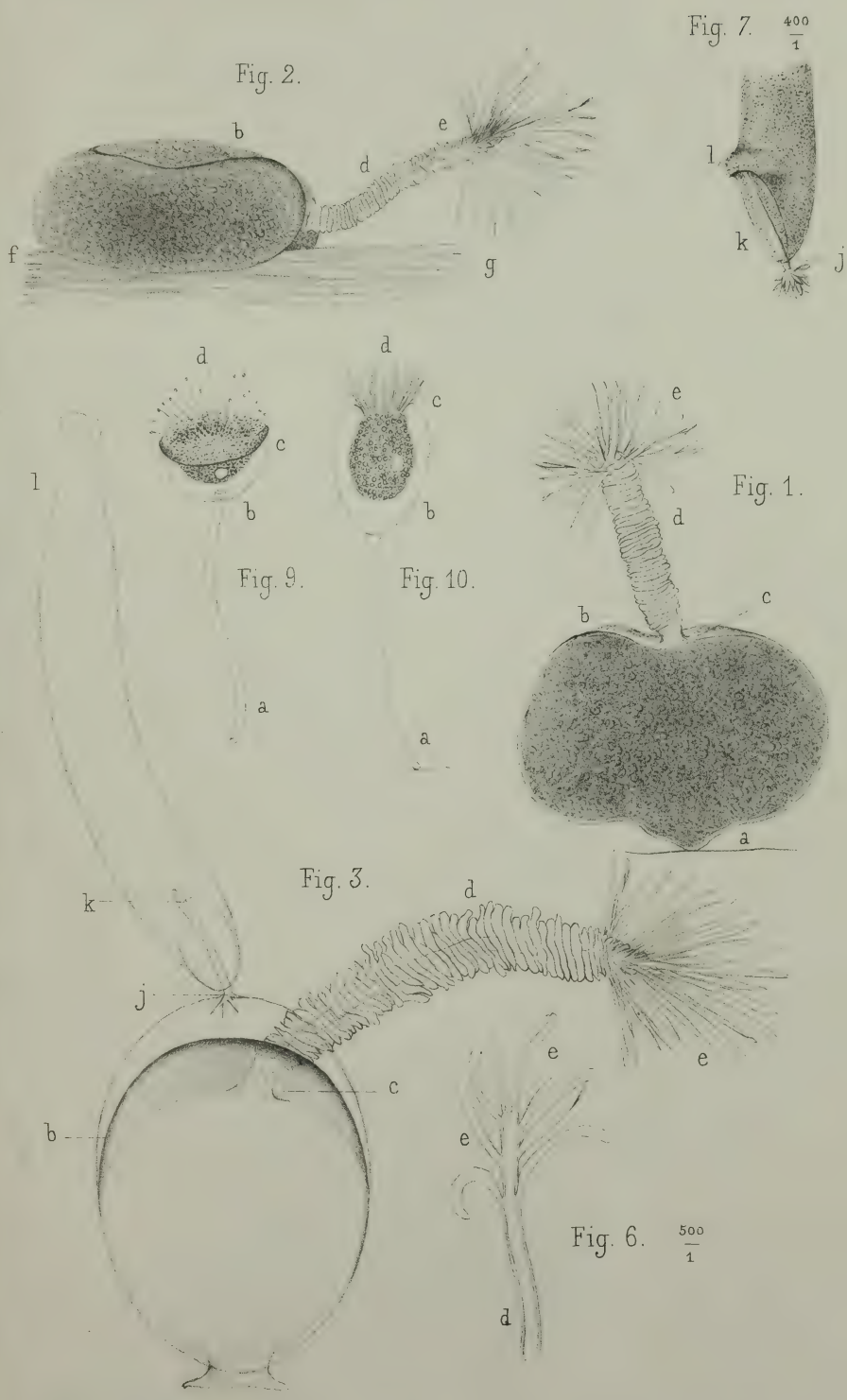


Fig. 5

Math. Duval delin. *Imp. Becquet Paris*

Nerfs crâniens. PL. XII.

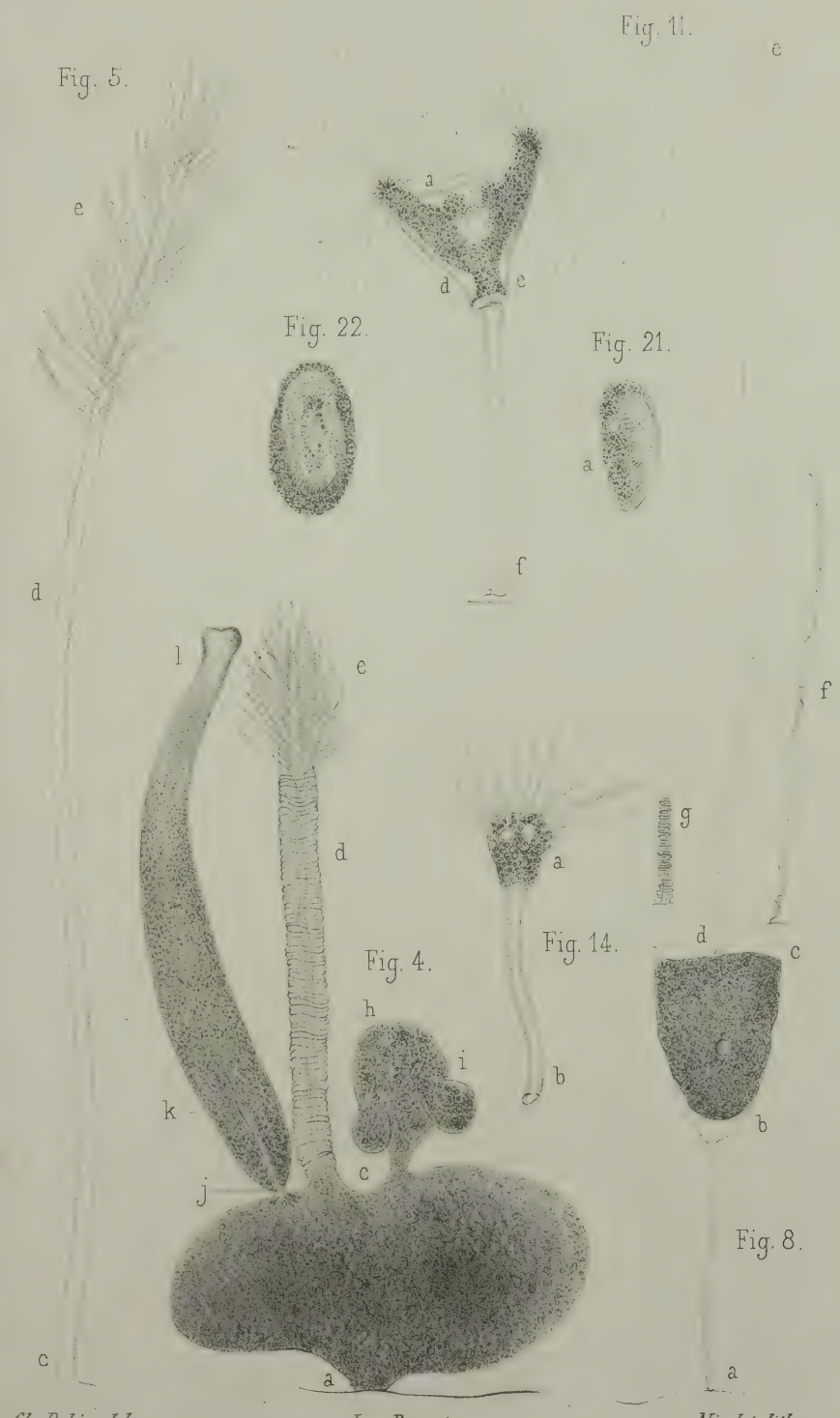
Germer Bailliere Libraire à Paris



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Ophryodendron et acinètes.

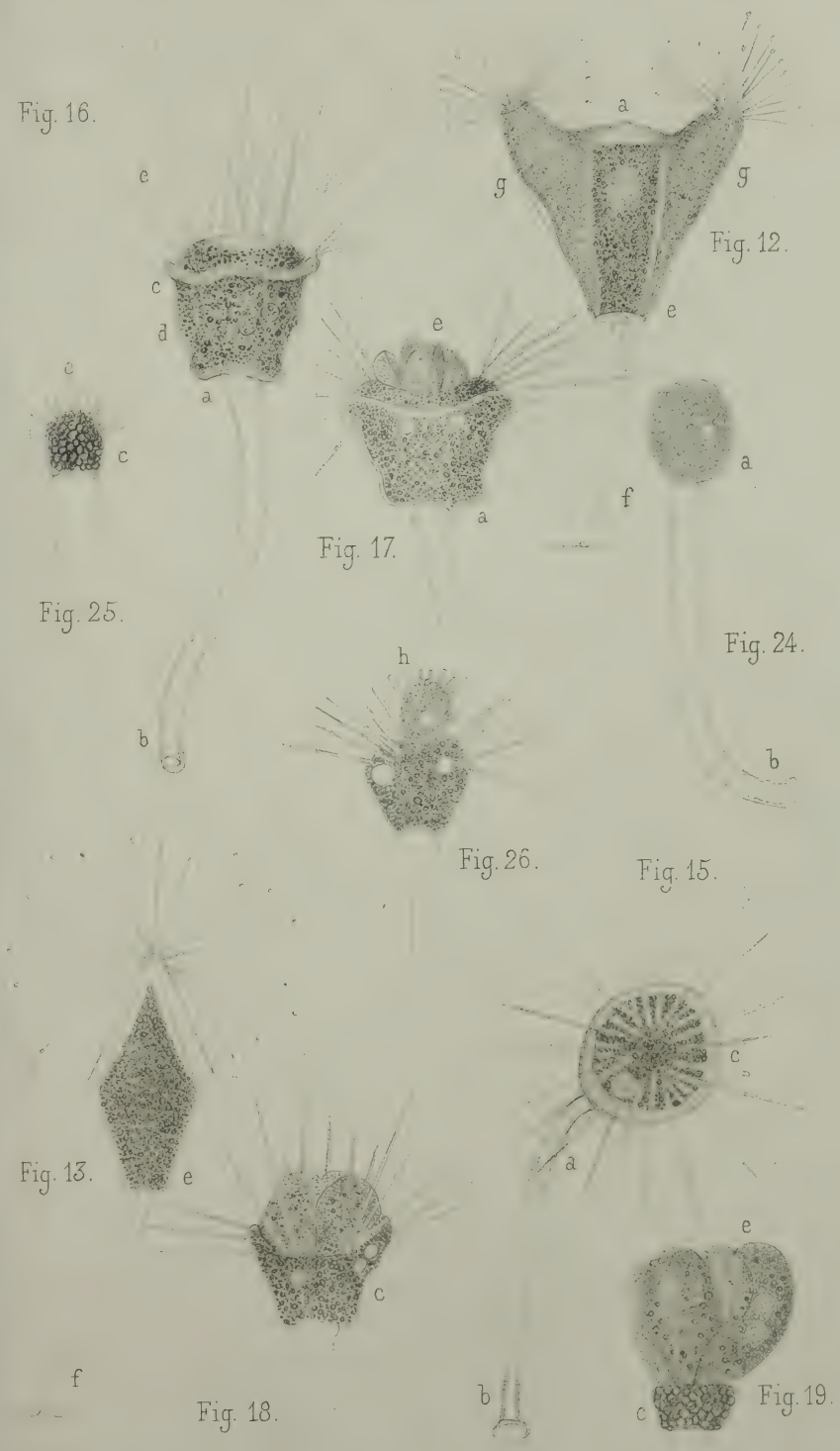
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Bucquet.* *Nicolet lith.*

Ophryodendron et acinètes.

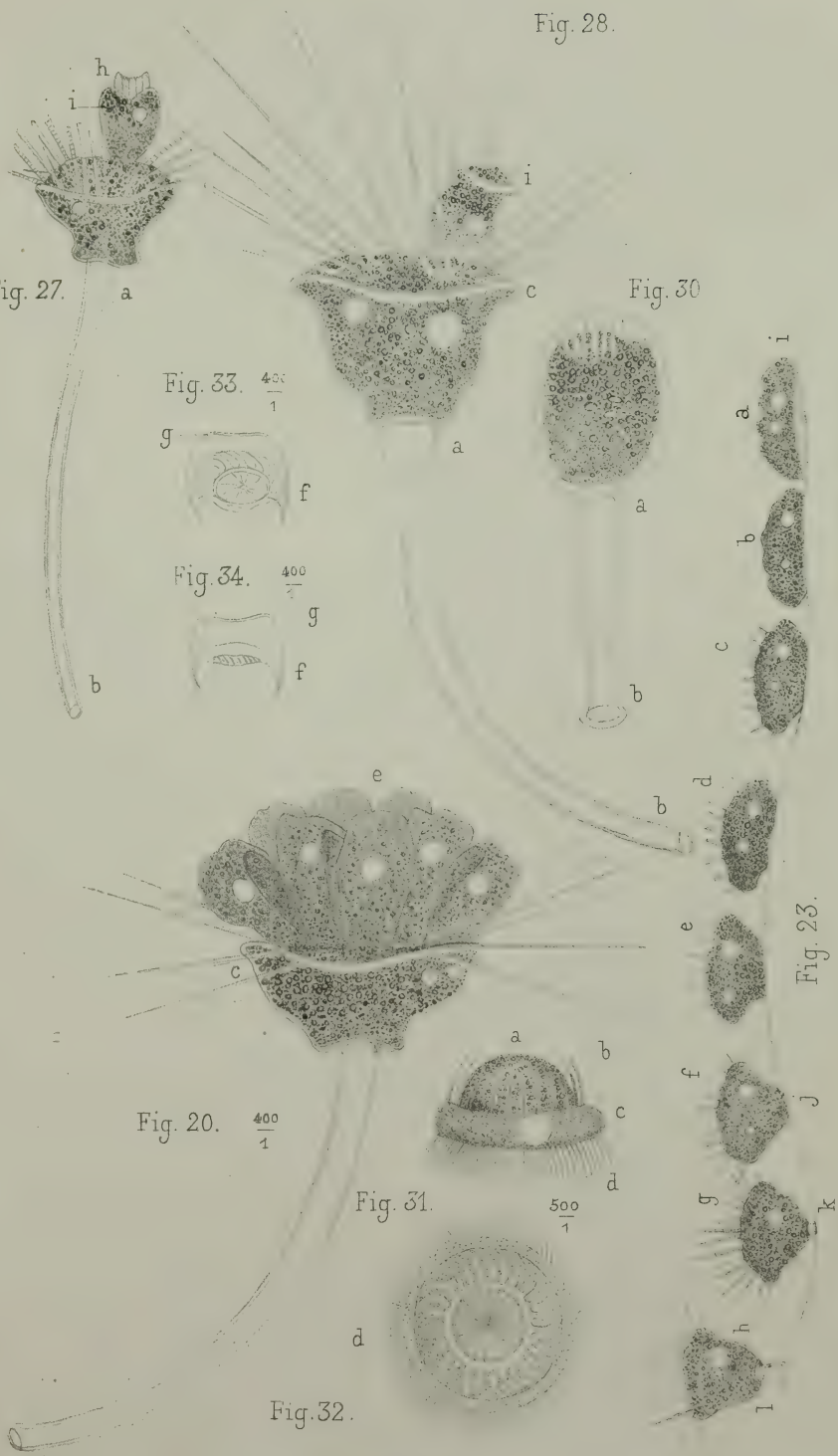
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

Podophrya et acinètes.

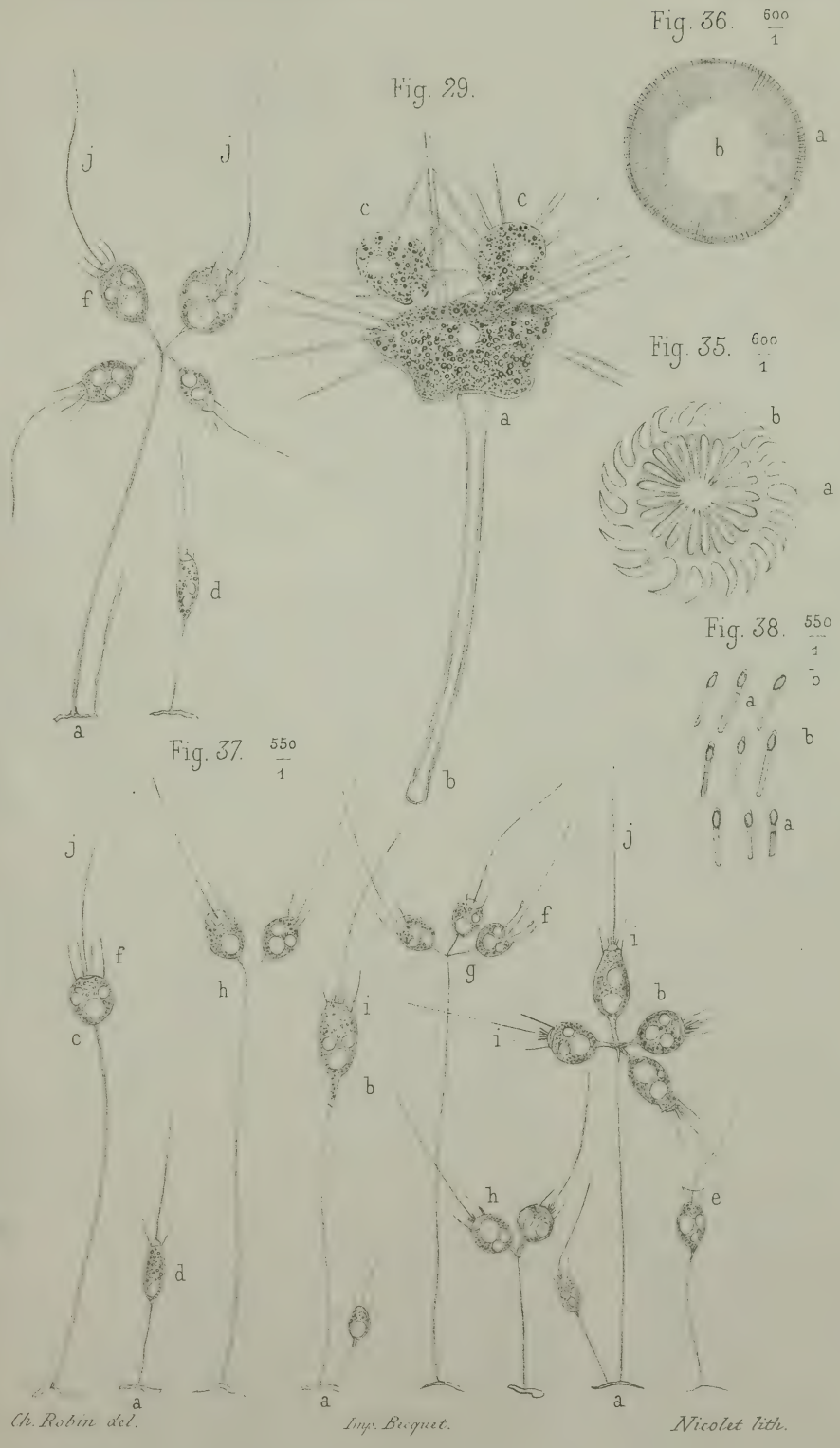
Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Ch. Robin del. *Imp. Becquet.* *Nicolet lith.*

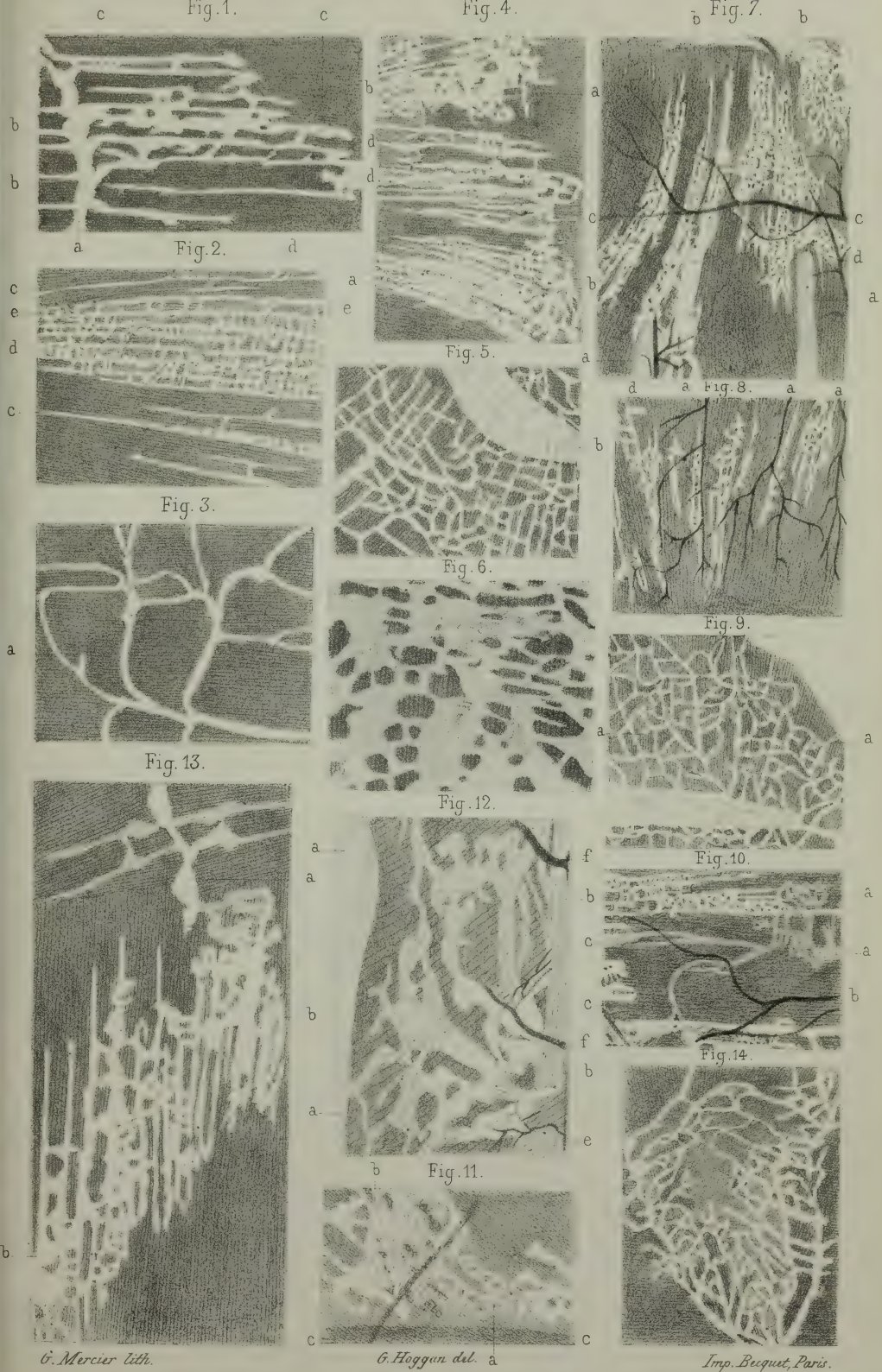
Podophrya et trichodina.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Conodosiga et Trichodines.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.



Lymphatiques des muscles striés.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

Fig. 18.

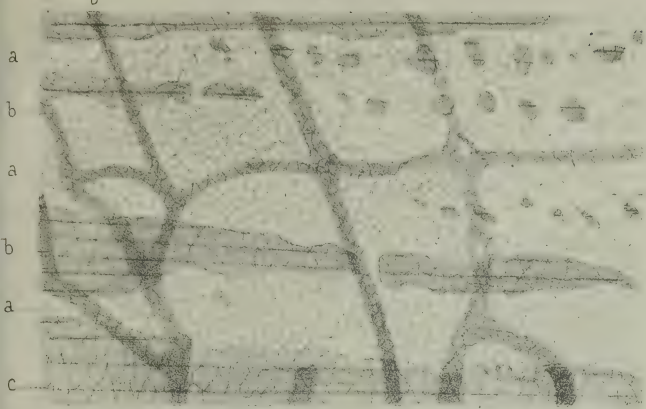


Fig. 19.

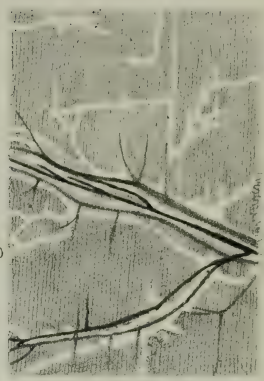


Fig. 20.

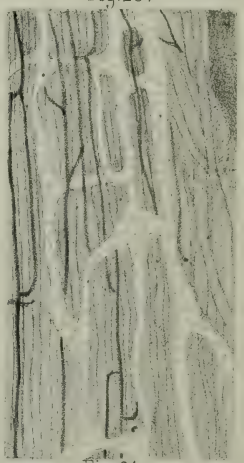


Fig. 15.

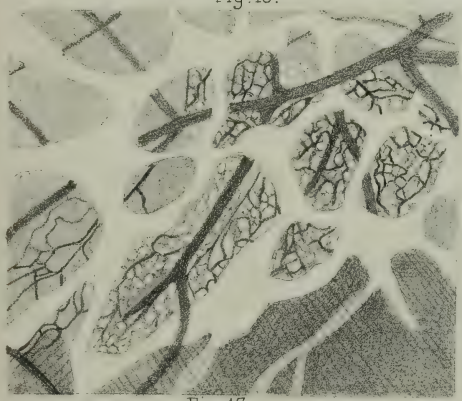


Fig. 16.

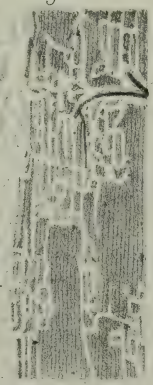


Fig. 17.

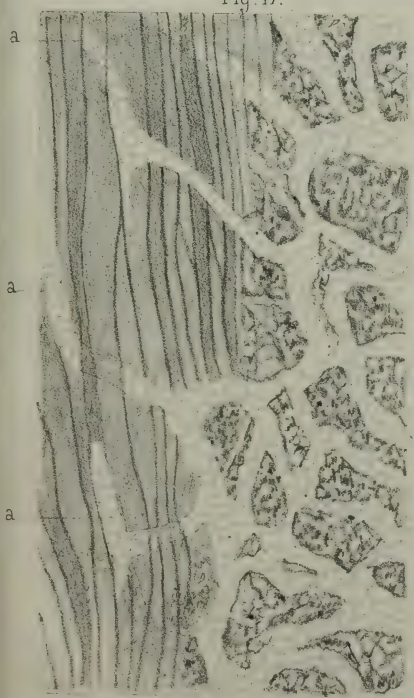


Fig. 22.

Fig. 21.

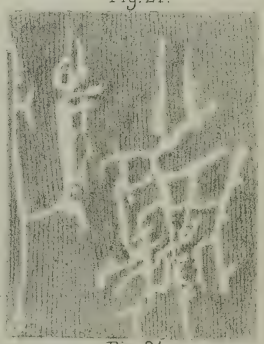


Fig. 23.

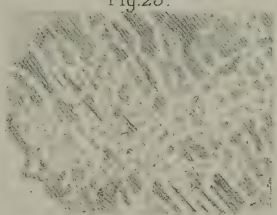
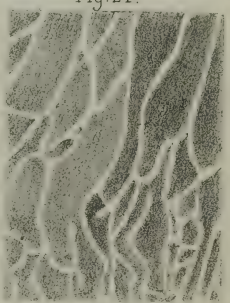


Fig. 24.



G. Mercier lith. G. Hoggan del. Imp. Becquet, Paris.

Lymphatiques des muscles striés.

Germer Baillière & Cie Libraires à Paris.

3770
3

3 2044 106 189 772